

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE DOS SISTEMAS DE  
DESINFECCIÓN PRE-OPERACIONAL EN UNA PLANTA DE  
FAENADO DE BOVINOS**

**EDWIN OSWALDO GÓMEZ PINZÓN**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE DOS SISTEMAS  
DE DESINFECCIÓN PRE-OPERACIONAL EN UNA  
PLANTA DE FAENADO DE BOVINOS**

**TESIS**

**Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de  
la Universidad de San Carlos de Guatemala**

**POR**

**EDWIN OSWALDO GÓMEZ PINZÓN**

**Al conferírsele el Título Académico de**

**MÉDICO VETERINARIO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>DECANO:</b>	<b>Dr. M. V. MARIO LLERENA</b>
<b>SECRETARIA:</b>	<b>Dra. M. V. BEATRIZ SANTIZO</b>
<b>VOCAL I:</b>	<b>Dr. M. V. YERI VELIZ PORRAS</b>
<b>VOCAL II:</b>	<b>Dr. M. V. FREDY GONZÁLEZ</b>
<b>VOCAL III:</b>	<b>Dr. M. V. EDGAR BAILEY</b>
<b>VOCAL IV:</b>	<b>Br. ESTUARDO RUANO</b>
<b>VOCAL V:</b>	<b>Br. DANIEL BARRIOS</b>

**ASESORES**

**Dr. M. V. Eduardo Santos**  
**Dra. M. V. Blanca Zelaya de Romillo**  
**Dr. M. V. Willson Valdez Melgar**  
**Dr. M. V. Jaime Méndez Sosa**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE DOS SISTEMAS DE  
DESINFECCIÓN PRE-OPERACIONAL EN UNA PLANTA DE  
FAENADO DE BOVINOS**

**Que me fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de  
Medicina Veterinaria y Zootecnia como requisito previo a optar al título  
profesional de**

**MÉDICO VETERINARIO**

## ACTO QUE DEDICO

**A Dios:** **Por el regalo de la vida , permanecer siempre**  
amorado y permitirme el llegar hasta acá. Gracias.

A mis padres: Edwin Fermín y Ana Alicia  
Por conducirme en la senda del bien en este viaje que es  
la vida. Por su apoyo en todo momento.  
Por no poder expresar mi agradecimiento porque no  
existen palabras. Por todo gracias.

A mis hermanos: Estuardo, Lisseth, José y Albin  
Por su amistad, comprensión, apoyo y cariño.

A mi sobrina: Mariana, con mucho cariño.

A mis abuelos: Pantaleón y Pilar, Allí donde se encuentren.  
Hernán y Dina  
Por ser parte importante de mi vida.

A mi amiga: Annie Padilla  
Por el lugar que ocupa en mi corazón.

## AGRADECIMIENTOS

- A : La Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser el lugar de mi formación profesional.
- A : Los catedráticos que durante años contribuyeron a mi educación.
- A : Mis Asesores Dra. Blanca Zelaya de Romillo, Dr. Eduardo Santos Dr. Willson Valdez y Dr. Jaime Méndez  
Por las palabras de aliento, la paciencia, el apoyo y la amistad que me brindaron en el transcurso de esta investigación.
- A : Los doctores Alfredo Viau, Beatriz de Viau, Estuardo Rosales, Juan Pablo Calderón y Erick Morales. Han sido parte importante de mi formación.
- A : La familia Acevedo-Rojas-Umaña  
Por su amistad, apoyo y por llegar a ser parte de mi familia.
- A : Quique, Jorge, Agustín, Diego, Arturo, Raúl, Ericka, Susan, Marielos, Lorena, Ana Lucía, Brenda Silvia y Walska. Por su ayuda en la elaboración del presente trabajo y su amistad.
- A : Mis compañeros y amigos: Heber, Manuel, Alejandro, Luis, Nica, Nela, Jeannette, Vanesa, Fantina, Alejandro, Lily, Vargas, Gali, Telma, Pancho, Popeye, Bobis, Guisella, Brenda, Ericka. Por su amistad y cariño.
- A : Todas las personas que han dejado una huella perdurable en mi vida...
- A : El Propietario y personal del Rastro Delicarnes,  
La División de Sanidad Animal de Bayer Guatemala  
El equipo técnico del laboratorio de Microbiología. Por su colaboración en la elaboración del presente trabajo.

# INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Plantas de Faenado	4
4.1.1. Condiciones para el establecimiento de un rastro	4
4.1.1.1. Ubicación	4
4.1.1.2. Construcción de la planta	4
4.1.1.3. Materiales de construcción	5
4.1.1.3.1. Pisos	5
4.1.1.3.2. Paredes	5
4.1.1.3.3. Ventanas	5
4.1.1.3.4. Puertas	5
4.1.1.3.5. Cielo Raso	5
4.1.1.4. Luz Eléctrica e iluminación	6
4.1.1.5. Abastecimiento de Agua	6
4.1.1.6. Sistema de alcantarillado y drenaje	6
4.1.1.7. Tratamiento y eliminación de residuos	7
4.1.2. Áreas de un rastro	7
4.1.2.1. Áreas externas	7
4.1.2.1.1. Muelle de descarga	7
4.1.2.1.2. Corrales	7
4.1.2.2. Áreas internas	8
4.1.2.2.1. Área de sangrado	8
4.1.2.2.2. Área de faenado	9
4.1.3 Utensilios usados dentro del rastro	9
4.1.3.1 Mesa para beneficio de cabezas	9
4.1.3.2 Bloques para extracción de sesos	9
4.1.3.3 Carretillas para transporte de menudos de bovinos	9
4.1.3.4 Mesas de inspección	9
4.1.3.5 Estanques para cuchillas y sierras	10
4.1.3.6 Carros y recipientes	10
4.1.3.7 Ganchos	10
4.1.3.8 Mesas para beneficio de vísceras	10
4.2 Limpieza y desinfección	11
4.2.1 Definiciones	11
4.2.1.1 Limpieza	11
4.2.1.2 Desinfección	11
4.2.1.3 Desinfectante	11

4.2.1.4 Detergente	11
4.2.1.5 Antiséptico	11
4.2.1.6 Sanitizante	11
4.2.2 Limpieza	12
4.2.2.1 Métodos de limpieza	12
4.2.2.1.1 Manual	12
4.2.2.1.2 Limpieza in situ	13
4.2.2.1.3 Pulverización a baja presión y alto volumen	13
4.2.2.1.4 Pulverización a alta presión y bajo volumen	13
4.2.2.1.5 Limpieza a base de espuma	13
4.2.2.2 Maquinas de limpieza	13
4.2.2.3 Diario de limpieza	13
4.2.2.4 Personal de limpieza	13
4.2.3 Desinfección	14
4.2.4 Tipos de desinfección	14
4.2.4.1 Desinfección por calor	14
4.2.4.2 Desinfección por vapor	14
4.2.4.3 Desinfección por radiaciones	15
4.2.4.4 Desinfección con sustancias químicas	15
4.2.5 Condiciones que debe reunir un desinfectante	15
4.2.6 Factores a tener en cuenta al seleccionar un desinfectante	15
4.2.7 Factores que afectan la potencia de un desinfectante	16
4.2.7.1 Formulación	16
4.2.7.2 Concentración del agente y tiempo de actuación	16
4.2.7.3 pH	17
4.2.7.4 Temperatura	17
4.2.7.5 Naturaleza del microorganismo y otros factores asociados a la población microbiológica	<b>17</b>
4.2.7.6 Presencia de materiales extraños	18
4.2.8 Determinación de la potencia de un desinfectante	18
4.2.8.1 Coeficiente de fenol o coeficiente fenilico	19
4.2.8.2 Prueba de la concentración equivalente	19
4.2.8.3 Determinación de la toxicidad del desinfectante	20
4.2.8.4 Prueba de Chick-Martin	20
4.2.9 Clasificación de desinfectantes de acuerdo a su modo de acción	20
4.2.9.1 Agentes que dañan la membrana	20
4.2.9.1.1 Compuestos fenolicos	21
4.2.9.1.1.1 Fenol	21
4.2.9.1.1.2 Cresol	21
4.2.9.1.1.3 Difenilos halogenados	21
4.2.9.1.1.4 Aceites esenciales de origen vegetal	22
4.2.9.1.2 Alcoholes	22
4.2.9.1.2.1 Etanol ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ )	22
4.2.9.1.2.2 Isopropanol ( $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ )	22



4.2.9.2 Agentes desnaturalizantes de proteínas	23
4.2.9.2.1 Ácidos y bases fuertes	23
4.2.9.2.2.1 Ácidos orgánicos no dissociables	23
4.2.9.2.2.2 Ácido bórico	23
4.2.9.3 Agentes modificadores de grupos funcionales	23
4.2.9.3.1 Metales pesados	23
4.2.9.3.1.1 Mercuriales	24
4.2.9.3.1.1.1 Cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ )	24
4.2.9.3.1.1.2 Compuestos orgánicos de mercurio	24
4.2.9.3.1.1.3 Sales de fenilmercurio	24
4.2.9.3.1.2 Compuestos de plata	24
4.2.9.3.1.2.1 Nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ )	24
4.2.9.3.1.3 Sulfato de zinc ( $\text{ZnSO}_4$ )	24
4.2.9.4 Agentes oxidantes	24
4.2.9.4.1 Ozono	24
4.2.9.4.2 Peroxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )	25
4.2.9.4.3 Permanganato potásico ( $\text{K}_3\text{MnO}_4$ )	25
4.2.9.4.4 Ácido peracético ( $\text{CH}_3\text{-CO-O-OH}$ )	25
4.2.9.4.5 Halógenos	25
4.2.9.4.5.1 Derivados yodados	26
4.2.9.4.5.1.1 Yodo	26
4.2.9.4.5.1.2 Tintura de yodo	26
4.2.9.4.5.1.3 Yodóforos	26
4.2.9.4.5.2 Derivados clorados	27
4.2.9.4.5.2.1 Cloro	27
4.2.9.4.5.2.2 Cloro gaseoso	28
4.2.9.4.5.2.3 Soluciones de hipocloritos	28
4.2.9.4.5.2.3.1 Hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ )	28
4.2.9.4.5.2.3.2 Hipoclorito de calcio	28
4.2.9.4.5.2.4 Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ )	29
4.2.9.4.5.2.5 Cloramina-t	29

4.2.9.4.6 Colorantes	29
4.2.9.4.6.1 Colorantes de trifenilmetano	29
4.2.9.4.6.2 Colorantes derivados de la acridina	30
4.2.9.5 Agentes alquilantes	30
4.2.9.5.1 Aldehídos	30
4.2.9.5.1.1 Formaldehído (HCHO)	30
4.2.9.5.1.2 Glutaraldehído	31
4.2.9.5.2 Óxido de etileno	31
4.2.9.5.3 β-propionil-lactona	31
4.2.10 Detergentes	31
4.2.10.1 Clasificación de detergentes	32
4.2.10.1.1 Detergentes catiónicos	33
4.2.10.1.1.1 Sales de amonio cuaternario	33
4.2.10.1.2 Detergentes aniónicos	34
4.2.10.1.2.1 Clasificación de detergentes aniónicos	34
V. MATERIALES Y MÉTODOS	36
5.1 Materiales	36
5.1.1 Recursos humanos	36
5.1.2 Material de laboratorio	36
5.1.3 Materiales de campo	36
5.1.4 Centros de referencia	37
5.2 Metodología	38
5.2.1 Descripción del área	38
5.2.2 Toma de muestras	38
5.2.3. Siembra en medios de cultivo	40
5.2.4 Análisis Estadístico	43
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
VII. CONCLUSIONES	46
VIII. RECOMENDACIONES	47
IX. RESUMEN	48
X. BIBLIOGRAFÍA	50
XI. ANEXOS	52

Ficha 1: Ficha para el control de toma de muestras en

metodología de campo	53
Ficha 2: Ficha para el control de recuento de colonias en metodología de laboratorio	54
Cuadro 1: Protocolo para la evaluación de los dos sistemas de limpieza y desinfección en metodología de campo	55
Cuadro 2: Estándares del número de microorganismos (UFC) (unidades formadoras de colonias) sobre superficies que entran en contacto con alimentos USPHS (United States Public Health Service)	56
Cuadro 3: Resultados en unidades formadoras de colonias (UFC) de muestreos microbiológicos en el primer sistema de limpieza y desinfección	57
Cuadro 4: Resultados en unidades formadoras de colonias (UFC) de muestreos microbiológicos en el segundo sistema de limpieza y desinfección	58
Cuadro 5: Comparación de resultados del primer sistema de limpieza y desinfección Vrs. clasificación del (USPHS) (United States Public Health Service)	59
Cuadro 6: Comparación de resultados del segundo sistema de limpieza y desinfección Vrs. clasificación del (USPHS) (United States Public Health Service)	60
Cuadro 7: Comparación del costo económico de los dos sistemas de limpieza y desinfección evaluados	61

## **I. INTRODUCCIÓN**

El consumo de carne en la dieta, como una fuente proteica constituye un punto prioritario en la alimentación del ser humano que conlleva un control higiénico sanitario de los rastros existentes para reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por los alimentos. Se ha detectado que debido a la contaminación de productos cárnicos a través de procesos de faenado y manufactura deficientes e instalaciones contaminadas se da como resultado la presencia en los alimentos de un considerable número de microorganismos causantes de enfermedades.

Por la importancia que tienen este tipo de enfermedades se hace necesario ejecutar el proceso de faenado en instalaciones en las que se realizan procedimientos de limpieza y desinfección adecuados que reduzcan el riesgo de contaminación en los productos alimenticios.

El presente trabajo permite la evaluación de la eficacia en la reducción de la carga bacteriológica de dos sistemas de desinfección pre-operacional en un rastro para especies mayores, para lo cual se tomaron muestras microbiológicas pre y postdesinfección previo al inicio de las actividades del rastro.

## **II. HIPÓTESIS**

Existe una diferencia significativa entre dos sistemas de desinfección pre-operacional en cuanto a carga microbiológica presente en las superficies de equipo e instalaciones que entran en contacto con la carne faenada.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Evaluar dos sistemas de limpieza y desinfección pre-operacional en equipo e instalaciones de una planta de faenado de bovinos.

#### **3. 2 ESPECÍFICOS**

4 Determinar la eficacia en cuanto a reducción de la carga microbiológica en cada sistema de limpieza y desinfección pre-operacional.

4 Comparar el coste de los dos sistemas de limpieza y desinfección pre-operacional a evaluar.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 PLANTAS DE FAENADO

#### 4.1.1 CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN RASTRO

##### 4.1.1.1 UBICACIÓN

Para la selección del lugar donde se instala el rastro debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- Suficiente agua potable.
  - Fuerza eléctrica adecuada.
  - Cerca perimetral.
  - Terreno suficiente para corrales y otras áreas.
  - Área Urbana: que esté por lo menos a 2.5 Km. de distancia.
  - Acceso fácil a vías de comunicación preferentemente pavimentadas o asfaltadas; que faciliten el transporte de los animales, la carne y los subproductos.
  - Instalaciones para disposición de aguas negras que sean suficientes para el tamaño del rastro.
  - Contar con un estudio de impacto ambiental, con dictamen favorable.
- (2, 8, 10)**

##### 4.1.1.2 CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA

Los establecimientos que deseen dedicarse a la producción de productos cárnicos, deben someterse a una revisión y aprobación de los planos y dibujos por la Dirección Técnica de Inspección Sanitaria y Control de Alimentos de Origen Animal de la Dirección General de Servicios Pecuarios con las especificaciones correspondientes que ilustren en forma completa y clara sobre sus características, incluyendo el equipo. Asimismo cuando se deseen introducir cambios en establecimientos funcionando.

El principal objetivo de la revisión de los planos e instalaciones, es determinar si las operaciones de la planta pueden ser realizadas en forma higiénica, contemplando además, el flujo de proceso, lo cual comprende un lógico y ordenado manejo y circulación del producto. Los edificios que componen la planta, habrán de tener el tamaño y las características de construcción adecuadas para facilitar su operación y mantenimiento. Debe haber espacio suficiente para guardar el equipo en forma ordenada y para el almacenamiento del material empleado en cualquiera de las operaciones.

Los pisos, paredes y cielorrasos de la planta deben ser de fácil limpieza y se les mantendrá siempre en buen estado. No deben colocarse artefactos, conexiones eléctricas o cañerías sobre las áreas de trabajo, pues las goteras o el agua de condensación podría contaminar los alimentos, materia prima, materiales

de rotulado y empaque o el equipo en general. Si hay necesidad de colocar tomacorrientes, estos deben estar con sus protectores correspondientes. Los edificios que componen la planta deberán tener las características adecuadas de construcción, para facilitar su operación y mantenimiento higiénico **(3, 8, 10)**

#### **4.1.1.3 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

El tipo ideal para construcción de los rastros es el concreto reforzado; porque ofrece mayores ventajas, como mantenimiento sanitario fácil, larga duración, depreciación lenta y protección contra incendios.

##### **4.1.1.3.1 PISOS**

Deben ser de material impermeable generalmente de concreto, ladrillo de pavimento y reforzado con varillas de hierro con un grosor de 6 cm. una pendiente de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{3}{4}$  de pulgada por pie en dirección al drenaje.

##### **4.1.1.3.2 PAREDES**

Deben ser construidas de material impermeable y deben estar recubiertas de dicho material a suficiente altura, para que permita el lavado completo, el agente impermeable más usado es el repello de cemento con acabado para lustrado, con una altura mínima de 1.8 m. sobre el nivel del piso. En la unión de pisos y paredes en todas las habitaciones deben haber zócalos cóncavos, con una curvatura adecuada. **(3, 7, 8)**

##### **4.1.1.3.3 VENTANAS**

Pueden ser de marcos de acero, con planchas de vidrio o ventanas fijas y colocarle al lado tela metálica de bronce o cobre con marco aislante. Las ventanas ubicadas al norte evitan en gran medida la entrada directa de la luz solar; si bien los vidrios impresos o equipados con filtros solares reducen también la radiación solar, la ventilación evita el acumulo de olores, polvo, etc.

##### **4.1.1.3.4 PUERTAS**

Las aberturas de las puertas deberán de tener 1.50 m. de ancho, se usan para paso de carretillas. Las puertas serán de metal galvanizado. Los marcos de las puertas deben estar revestidos de material inoxidable, sin fisuras que alojen suciedad o detritos. Las líneas de unión con las paredes deben ser eficazmente selladas con un compuesto flexible. **(3, 8)**

##### **4.1.1.3.5 CIELO RASO**

Se prefiere que sean lisos y a una altura de 3 m. sobre el nivel del piso, deben mantenerse siempre limpios de pintura o yeso descascarado, polvo, agua de condensación y goteras. En lo posible es preferible evitar el cielo raso pintado. La red eléctrica y las cañerías aéreas, así como los ganchos que no estén en uso, deben ser eliminados, pues constituyen una fuente innecesaria de contaminación



potencial. Pueden ser cemento Portland, asbesto, cemento en planchas grandes con las uniones selladas con compuestos flexibles, o de otro material impermeable. **(3, 8)**

#### **4.1.1.4 LUZ ELECTRICA E ILUMINACIÓN**

En toda planta cárnica se dispondrá de luz natural con claraboyas eficientes; el tipo de iluminación no debe falsear los colores; y se recomienda generalmente que la intensidad total no sea inferior a 500 lux (50 lúmenes/pie cuadrado) en lugares de inspección 220 lux (20 lúmenes/pie cuadrado) estas intensidades de luz se miden habitualmente a una altura de 0.9 m. Desde el suelo, excepto en los lugares de inspección, donde la altura será de 1.5 m. **(8)**

#### **4.1.1.5 ABASTECIMIENTO DE AGUA**

Por tratarse de lugares donde se procesan productos para el consumo humano debe contarse con suficiente agua potable para cubrir las necesidades de lavado e higienización de los productos, así como para la limpieza de los servicios y equipo; debe mantener una presión mínima de 60 - 75 libras por pulgada cuadrada. Los tanques de abastecimiento deben instalarse y protegerse apropiadamente para evitar que su contenido sufra cualquier contaminación. Se calcula un promedio de agua por animal faenado de 1000 a 2000 litros.

La planta debe contar con agua potable fría y caliente bajo suficiente presión. El agua caliente será proporcionada por un tanque central de capacidad conveniente o por cualquier otro sistema adecuado a las necesidades de la planta. Para la limpieza del equipo, piso, paredes, etc. Sujetos a contaminación por contacto con las canales infectadas o sus vísceras, la temperatura mínima del agua será de 82 grados centígrados. Este requisito de temperatura se aplica al agua en el lugar de su uso, y en el caso necesario puede controlarse por medio de termómetros convenientemente ubicados. El agua debe estar suficientemente caliente como para permitir una limpieza a fondo. El uso de vapor a presión (vapor vivo), generalmente no es un método aceptable para la limpieza o esterilización de habitaciones y equipo. La temperatura del vapor baja muy rápidamente después de salir, por lo cual, prácticamente ni limpia ni esteriliza. El método tiene además la desventaja de agregar excesivamente vapores al ambiente, limitando la visibilidad y reduciendo aun mas la eficacia de la limpieza. **(8)**

#### **4.1.1.6 SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y DRENAJE**

Este se divide en:

1. Tubería general de desagüe del rastro
2. Tubería de servicios sanitarios

1. El sistema general de alcantarillado empieza con los drenajes del piso, en los sumideros o en las salidas de un plaza de equipo que usa grandes cantidades de agua, en cada desagüe, se debe utilizar un buzón para proteger la obstrucción

de las tuberías por suciedad, y la gravedad en las líneas del desagüe para el flujo de los sólidos en la tubería.

2. Estas tuberías deben estar separadas de las tuberías del rastro y desagües del alcantarillado público e ir directamente al estanque séptico **(7, 8)**

#### **4.1.1.7 TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS**

En las industrias cárnicas, como en muchas otras, el control y eliminación de residuos es un problema de importancia capital, la óptima utilización y reducción de los residuos es un objetivo esencial en la economía de la producción de todas las plantas. En las industrias de carnes hay a menudo enormes cantidades de residuos que no pueden ser eliminados y que deben ser tratados de manera adecuada, para la protección de los limitados recursos de agua del país, mutuamente beneficiosa para la industria, los ciudadanos y el país en general. Reconociendo este hecho, las industrias, instituciones de gobierno y las comunidades deben prestar atención a la eliminación de residuos en una forma que no impida la utilización de las corrientes de agua para otros fines. **(3)**

Desde el punto de vista de higiene de una planta, la evacuación de los desechos involucra dos aspectos de vital importancia, primero, que los residuos de la planta contienen la mayoría de los contaminantes, suciedad y organismos patógenos que el programa sanitario ha eliminado del contacto real o potencial con los productos comestibles. Es esencial que este material sea mantenido separado y que se disponga de él para que no se constituya en una amenaza para los productos comestibles o la salud humana. Segundo, que los residuos de la planta, por su misma naturaleza, son potencialmente perjudiciales. El olor desagradable y el atractivo que ofrecen para los insectos y roedores justifica plenamente la necesidad de una eliminación higiénica, segura y eficaz. **(3)**

#### **4.1.2 ÁREAS DE UN RASTRO**

##### **4.1.2.1 ÁREAS EXTERNAS**

###### **4.1.2.1.1 MUELLE DE DESCARGA**

Deberá de ser de concreto y distará del edificio aproximadamente 8 metros, para que haya suficiente espacio donde se descarguen los animales y sean conducidos hacia sus corrales. **(8)**

###### **4.1.2.1.2 CORRALES**

La capacidad de los corrales del ganado depende de varios factores; sin embargo el tipo de construcción usado es similar, ya sea para corrales grandes o pequeños; deberán proveerse un suficiente número de corrales, mangas y pasadizos pavimentados con cemento o piedrin; para permitir el manejo y encierro de la cantidad de animales destinados al rastro.

Los corrales para el ganado se deben rodear de una banquetta o borde de concreto de 30 cm. de alto con excepción de las puertas, y estar provistos de canales de drenaje en lugares estratégicos colocándoseles mangueras para la limpieza de estas instalaciones.

Se necesitan hacer corrales separados para los animales golpeados o enfermos, para que se les practique una inspección especial ante-mortem; estos corrales deben de ubicarse a cierta distancia del rastro ya que se incumpliría con las normas de higiene al tener los corrales adyacentes a la playa de matanza, al igual que las áreas de descargue; las cuales son fuente de contaminación a la misma.

Las mangas deben de ser de piso de concreto tener aproximadamente 80 cm. de ancho y diseño que facilite su limpieza.

Los corrales para las distintas fases son:

- Corral de recepción
- Corral de cuarentena
- Corral de estadía
- Corral para examen ante-mortem
- Corral de observación
- Corral de inspección veterinaria **(8, 10)**

#### **4.1.2.2 ÁREAS INTERNAS**

##### **4.1.2.2.1 ÁREA DE SANGRADO**

Todos los rastros deben construirse pensando en la utilización integral de los subproductos comestibles y no comestibles, la sangre es un producto demasiado valioso para desecharlo.

La pileta de sangrado debe tener por lo menos 1.5 metros de ancho; presentar una buena inclinación, paredes laterales de la misma altura, 2 orificios de drenaje uno solo para sangre y otro solo para agua de limpieza, la longitud del tramo de sangrado depende del número de animales y del sistema de transporte de los carriles, pero debe ser generosos ya que la salida de la mayoría de sangre requiere de 6 a 8 minutos debiendo tener la pileta dos puntos para recoger la sangre:

a) Punto exacto de degüello donde habrá de manipularse el mayor volumen de sangre.

b) Una pendiente larga y gradual que recoge la sangre de goteo; categorizada como no comestible. **(8)**

#### **4.1.2.2.2 ÁREA DE FAENADO**

En esencia la canal se transporta por gravedad o mecánicamente a lo largo de un carril aéreo tras la desensibilización y sangrado dividiéndose en varias etapas que se realizan por un operario cuando la canal llega a cada uno de ellos, usándose distintos aparatos y herramientas (sierra de pecho, cortadoras de patas, separador de piel, etc).

El área de faenado contara con la siguientes áreas:

- área de inspección de cabezas
- área de desollado
- área de eviscerado
- área de inspección de vísceras
- área de inspección de canales
- área de despiezado
- área de limpieza de vísceras rojas
- área de limpieza de vísceras verdes
- área de cuartos fríos
- área de desnaturalización de decomisos
- área de cueros y sebo
- otros servicios
- Cámara de calderas
- Cuarto de maquinas
- Cuarto de vestir **(8, 10)**

#### **4.1.3 UTENSILIOS USADOS DENTRO DEL RASTRO**

Dentro de este equipo tenemos; carretilla, colgadores, bancos, plataformas, mesas, rieles para colgar carne, etc. Deben ser de hierro galvanizado o metal resistente al oxido y fabricado para permitir una limpieza total.

##### **4.1.3.1 MESA PARA BENEFICIO DE CABEZAS**

Debe proporcionarse en ubicación adecuada, equipo sanitario para deshuesar cabezas y completar la limpieza de la carne de las mejillas y lengua.

##### **4.1.3.2 BLOQUES PARA EXTRACCION DE SESOS**

Deben ser de hierro galvanizado o de una construcción de concreto liso, equipados de bloques removibles de madera para cortar. **(8)**

##### **4.1.3.3 CARRETILLAS PARA TRANSPORTE DE MENUDOS DE BOVINOS**

Recomendable de hierro galvanizado o metal no corrosible, la bandeja para vísceras debe tener un tamaño mínimo de 60 x 60 cm. y estar a 70 cm. de altura.

##### **4.1.3.4 MESAS DE INSPECCIÓN**

Las superficies de las mesas deben ser de acero inoxidable u otro metal no corrosible, las bandejas deben tener por lo menos 60 x 75 cm. con perforación de 5 cm. De diámetro en el centro. El marco o estructura debe ser de hierro

galvanizado o tubería de hierro estructural, equipado con un recipiente para goteo y conexión directa con el sistema de drenaje, su altura debe ser de 90 cm. a 1 m.

#### **4.1.3.5 ESTANQUES PARA CUCHILLAS Y SIERRAS**

Este equipo debe ser galvanizado y suspendido de la superestructura o fijado a la pared.

#### **4.1.3.6 CARROS Y RECIPIENTES**

Deben de ser galvanizados con llantas de caucho sin rebordes y fácil de limpiar.

#### **4.1.3.7 GANCHOS**

Los ganchos para ganado vacuno deben tener las puntas estañadas galvanizadas o estar hechas de un material no corrosivo.

#### **4.1.3.8 MESAS PARA BENEFICIO DE VÍSCERAS**

Provistas de embudos con recipiente inferior conectado al desagüe y deben tener 1.2 m. cuadrados y altura de 1 m. **(2, 3)**

## **4.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

### **4.2.1 DEFINICIONES**

#### **4.2.1.1 LIMPIEZA**

Cualquier proceso para la eliminación física de “suciedad” es decir, de cualquier materia presente que no deba formar parte de un artículo. Esta materia puede contener microorganismos que son responsables de alteración o intoxicación alimenticia. **(4)**

#### **4.2.1.2 DESINFECCIÓN**

Es el proceso consistente en la eliminación de microorganismos infecciosos de un medio dado, mediante el uso de agentes químicos o físicos, que reciben el nombre de desinfectantes. **(4, 12)**

#### **4.2.1.3 DESINFECTANTE**

Son agentes (sobre todo químicos, pudiendo ser físico o biológico) antimicrobianos capaces de matar los microorganismos patógenos (infecciosos) de un material o reducir substancialmente su cantidad. Pueden (y en muchos casos suelen) presentar efectos tóxicos sobre tejidos vivos, por lo que se suelen emplear sólo sobre materiales inertes. **(1, 4, 5, 11, 13)**

#### **4.2.1.4 DETERGENTE**

Material que reduce la tensión superficial del agua, incrementando su capacidad de interactuar con medios acuosos y orgánicos. Esta propiedad proporciona a los detergentes la capacidad de retirar y/o eliminar sustancias contaminantes no deseadas presentes en las superficies. **(14)**

#### **4.2.1.5 ANTISÉPTICO**

Son sustancias químicas antimicrobianas que se oponen a la sepsis o putrefacción de materiales vivos. Se trata de desinfectantes con baja actividad tóxica hacia los tejidos vivos donde se aplican. **(1, 5, 11)**

#### **4.2.1.6 SANITIZANTE**

Agente que reduce poblaciones microbianas en superficies inanimadas.  
**(1, 11)**

## **4.2.2 LIMPIEZA**

La limpieza y desinfección en la higiene de los alimentos tiene como propósito prevenir tanto la intoxicación alimenticia como la alteración de los alimentos. Cada uno de estos métodos juega un papel en el control de la existencia y difusión de los microorganismos.

La limpieza constituye el elemento más crucial en el proceso de desinfección y por sí misma eliminará ya la mayoría de los microorganismos si se realiza convenientemente. **(4, 12)**

La limpieza es el procedimiento mediante el cual, la suciedad o el residuo del producto se separa de las superficies por la acción combinada del agente de limpieza y energía mecánica.

La limpieza eficaz, cuando se considera como parte del ciclo normal de producción, requiere de un conocimiento detallado de las operaciones de la planta y también de una apreciación de todos los aspectos de limpieza. Esencialmente se sigue la misma secuencia:

- ♣ Se elimina el producto residual
- ♣ Enjuague
- ♣ Desinfección **(11)**

### **4.2.2.1 MÉTODOS DE LIMPIEZA**

Según las circunstancias pueden emplearse uno o más de los siguientes métodos:

#### **4.2.2.1.1 MANUAL**

Consiste en eliminar la suciedad, restregando con una solución detergente. Se recomienda remojar en un recipiente aparte con soluciones de detergente, las piezas desmontables de la maquinaria y los pequeños dispositivos del equipo, con el fin de desprender la suciedad antes de comenzar a restregar.

Para limpiar eficazmente es necesario utilizar los instrumentos adecuados. Ejemplos de instrumentos comunes utilizados para limpiar equipos de procesamiento y embalaje e instalaciones de procesamiento de alimentos incluyen:

- = Esponjas
- = Escobas
- = Raspadores
- = Cepillos
- = Pistolas de agua a presión

Los instrumentos de limpieza pueden constituir una importante fuente de riesgos biológicos si no se manipulan correctamente. Los instrumentos de limpieza deben ser lavados y desinfectados después de su uso, y deben ser reemplazados

regularmente para evitar el desarrollo de microorganismos en sus superficies. **(4, 11, 14)**

#### **4.2.2.1.2 LIMPIEZA IN SITU**

Es la limpieza del equipo, incluye las tuberías con una solución de agua y detergente, sin desmontar el equipo ni las tuberías. El equipo contará con un diseño adecuado para este método de limpieza. Para la limpieza eficaz de las tuberías se requiere una velocidad de fluido mínimo de 1.5 metros por segundo, con flujo turbulento. Deberán identificarse y eliminarse las piezas del equipo que no puedan limpiarse satisfactoriamente con este método. Si esto no puede hacerse en forma satisfactoria, se desmontarán dichas piezas para limpiarlas e impedir que se acumule la suciedad. Al terminar de enjuagar, verificar que no existan residuos y llevar los registros correspondientes de fecha, materiales utilizados, condiciones y responsables.

#### **4.2.2.1.3 PULVERIZACIÓN A BAJA PRESIÓN Y ALTO VOLUMEN**

Es la aplicación de agua o una solución de detergente en grandes volúmenes a presiones de hasta 6.8 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2.2.1.4 PULVERIZACIÓN A ALTA PRESIÓN Y BAJO VOLUMEN**

Es la aplicación de agua o una solución detergente en volumen reducido y alta presión, es decir de hasta 68 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2.2.1.5 LIMPIEZA A BASE DE ESPUMA**

Es la aplicación de un detergente en forma de espuma durante 15 a 20 minutos, que posteriormente se enjuaga con agua .

#### **4.2.2.2 MAQUINAS DE LIMPIEZA**

Estas maquinas realizan el trabajo de limpieza indicado arriba, que además desinfectan mediante enjuague con agua caliente, una vez concluido el ciclo de limpieza. Con estas maquinas se pueden obtener buenos resultados, siempre que se mantenga su eficacia y eficiencia mediante un mantenimiento regular y adecuado. **(11)**

#### **4.2.2.3 DIARIO DE LIMPIEZA**

A pesar de todos los cuidados en la limpieza y sanitización del equipo, y de la planta, pueden surgir problemas inesperados y situaciones no frecuente. Para controlar este tipo de problemas, es necesario que el jefe del área de producción o el encargado de limpieza, lleve un diario de informes de los incidentes cotidianos.

#### **4.2.2.4 PERSONAL DE LIMPIEZA**

El contratar personal no calificado, es un grave error, pues el fallo de estos empleados en la ejecución de sus obligaciones puede dañar en mayor grado a los productos. Al personal de limpieza debe proveérsele de batas, guantes,



zapatos de goma, cofia, etc. Es necesario instruir e informar al personal de limpieza acerca de cómo realizar la limpieza, los cuidados que debe de tener al manipular algunos desinfectantes peligrosos, que concentraciones utilizar de cada desinfectante, sus formas de aplicación, etc. **(11)**

#### **4.2.3 DESINFECCIÓN**

Los procedimientos de limpieza no pueden garantizar la reducción de los microorganismos, sin embargo, pueden minimizar la formación de bio-películas. Para eliminar los microorganismos, es necesario tratar las superficies con agentes químicos generalmente denominados agentes de desinfección o desinfectantes. Desinfectar las superficies de contacto con los alimentos significa tratar adecuadamente las superficies de contacto con los alimentos una vez limpias mediante un proceso que es eficaz para destruir o reducir sustancialmente las cantidades de microorganismos que suponen un riesgo para la salud pública así como otros microorganismos no deseados, sin afectar negativa-mente a la calidad del producto o su seguridad para el consumidor. Significa la aplicación de calor acumulativo o productos químicos en superficies de contacto con los alimentos limpios, que cuando se evalúa su eficacia, es suficiente para reducir las poblaciones de microorganismos representativos en un 99.99%.

La desinfección no es un procedimiento de limpieza sustituto. La materia orgánica e inorgánica afecta a la acción germicida de muchos agentes desinfectantes, por lo que debe realizarse siempre una limpieza para eliminar el polvo, suciedad y residuos antes de aplicar un agente desinfectante. **(14)**

#### **4.2.4 TIPOS DE DESINFECCIÓN**

La desinfección es una ciencia en constante evolución. Productos nuevos, como las espumas, los nebulizadores, los compuestos sintéticos complejos, por ejemplo, facilitan la intervención y penetración de desinfectantes conocidos desde hace muchos años. Las implicaciones tecnológicas, políticas y medioambientales de la desinfección y los desinfectantes cobran cada vez mayor importancia, lo que tiende a complicar y a la vez a revolucionar las practicas en las que se utilizan. **(14)**

##### **4.2.4.1 DESINFECCIÓN POR CALOR**

De los cuales el calor húmedo es el más potente (calentamiento mas rápido y uniforme de los cuerpos), siendo lo mas seguro el vapor a presión en el autoclave a 120 ° C. Requiere de menos temperatura para su efecto bactericida y viricida que el calor seco. **(1, 13)**

##### **4.2.4.2 DESINFECCIÓN POR VAPOR**

Es el medio más efectivo y seguro para esterilizar el equipo, pero debe comprobarse la tolerancia al vapor del material del equipo antes de usar el vapor como agente esterilizante. La temperatura mínima debe estar entre 72-80 ° C. Los

tiempos de contacto para materiales abiertos son de 30 minutos o más, puesto que el vapor se encuentra a presión cero. Para sistemas cerrados los tiempos de contacto varían según la presión de vapor. A presiones de 1-5 psi el tiempo de contacto necesario es de veinte minutos. Es importante que el vapor a utilizarse se encuentre libre de partículas extrañas. **(11)**

#### **4.2.4.3 DESINFECCIÓN POR RADIACIONES**

La luz ultravioleta (2540 a 2800 Å de longitud de onda). Sólo es útil en contra de gram negativos que no esporulen.

Las radiaciones con cobalto 60 ( $\gamma$ ) puede eliminar casi toda la salmonela de productos alimenticios (carne, huevos, pescado etc.) es un método económico, rápido y canjeable que no deja residuos tóxicos, sin embargo, en dosis excesivas produce efectos adversos en proteínas, carbohidratos, sabores, lípidos, enzimas, etc. **(13)**

#### **4.2.4.4 DESINFECCIÓN CON SUSTANCIAS QUÍMICAS**

Incluye a los antisépticos, desinfectantes, el termino de desinfectante está restringido a sustancias que son rápidamente bactericidas a bajas concentraciones. La velocidad de acción de la mayoría de los desinfectantes aumenta con la concentración y con la temperatura. **(1, 11)**

#### **4.2.5 CONDICIONES QUE DEBE REUNIR UN DESINFECTANTE**

- = Amplio espectro bactericida y viricida
- = Efectivo en presencia de materia orgánica y para el pH y la temperatura empleados
- = Estable y soluble en agua
- = Poco irritante y no corrosivo
- = No ser tóxico
- = Compatible con jabones y otras sustancias de uso común para desinfección
- = Bajo costo
- = Biodegradable

Es además imprescindible que se estudie el mecanismo de acción de los desinfectantes que se manejarán, ya que ninguno reúne todos los requisitos listados, además de que su eficacia dependerá de varios factores, como concentración, temperatura del agente y características del material de construcción. **(11, 13)**

#### **4.2.6 FACTORES A TENER EN CUENTA AL SELECCIONAR UN DESINFECTANTE**

- = Tipo de equipo y clase de superficie a desinfectar
- = Dureza del agua
- = Equipo de desinfección disponible
- = Eficacia contra importantes patógenos asociados con los tipos de productos procesados o el entorno de procesamiento

- = Eficacia en condiciones prácticas.

Se recomienda un agente desinfectante con un amplio espectro de acción para la destrucción de microorganismos patógenos en distintas superficies de los equipos. Para algunas actividades de desinfección, es necesario utilizar agentes alternativos. Desarrollar un programa de rotación para los agentes de limpieza y desinfección debería reducir la probabilidad de que los patógenos desarrollen resistencia contra un agente específico. **(14)**

#### **4.2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA POTENCIA DE UN DESINFECTANTE**

La eficacia de cada agente químico individual está influida por muchos factores:

##### **4.2.7.1 FORMULACIÓN**

La correcta formulación es crucial para el uso efectivo de los desinfectantes. Por ejemplo, el poder de penetración y aumento de efectividad de algunos agentes como clorhexidina y compuestos de amonio cuaternario, puede ser mayor en alcohol al 70 % que en solución acuosa. **(1)**

##### **4.2.7.2 CONCENTRACIÓN DEL AGENTE Y TIEMPO DE ACTUACIÓN**

La concentración para obtener un determinado efecto, así como el rango de concentraciones en que se puede demostrar un determinado efecto, dependen de:

- = tipo químico del desinfectante
- = tipo de microorganismos a eliminar
- = método de ensayo del efecto

Existe una estrecha relación entre la concentración del agente y el tiempo necesario para matar una determinada fracción de la población bacteriana, según la siguiente expresión:

$$C^n \cdot \Delta t = K$$

Donde C es la concentración del agente, n es el coeficiente de dilución (una constante para cada desinfectante), y t es el tiempo de actuación. **(1, 5)**

Esta ecuación nos dice qué relación existe entre la variación de la concentración del agente y el tiempo para matar una fracción de la población microbiana. Por ejemplo: Los fenoles poseen un coeficiente de dilución  $n=5$  ó  $6$ ; ello implica que aun pequeños cambios en la concentración provocan cambios muy acentuados en el tiempo para lograr un mismo efecto: así, si reducimos la concentración de fenol desde un valor dado a su mitad, necesitamos emplear 64 veces más de tiempo para conseguir matar una misma proporción de bacterias.

En cambio, los hipocloritos (constituyentes de las lejías) tienen coeficiente  $n=1$ , lo que se refleja en que pequeños cambios en la concentración requieren

pequeños cambios en el tiempo de aplicación. Finalmente, y refiriéndonos al tiempo, no todas las bacterias mueren al mismo tiempo, ni siquiera cuando se aplica un exceso del agente. **(11, 13)**

#### **4.2.7.3 pH**

El pH afecta tanto a la carga superficial neta de la bacteria (el crecimiento óptimo de las bacterias es de pH 6-8 y fuera de estos rangos declinan) como al grado de ionización del agente. En general, las formas ionizadas de los agentes disociables pasan mejor a través de las membranas biológicas, y por lo tanto son más efectivos.

- = los agentes aniónicos suelen ser más efectivos a pH ácidos;
- = los agentes catiónicos muestran más eficacia a pH alcalinos.

Por ejemplo, los compuestos de amonio cuaternario, compuestos catiónicos, son más activos en soluciones alcalinas, ya que se ve aumentada la negatividad de las células bacterianas; mientras que la interacción con aniones será facilitada en condiciones ácidas. **(1, 5, 11)**

#### **4.2.7.4 TEMPERATURA**

Normalmente, al aumentar la temperatura aumenta la potencia de los desinfectantes. Para muchos agentes la subida de 10 grados supone duplicar la tasa de muerte. Pero con el fenol, la subida de 10 grados representa multiplicar por 5 o por 8 la eficacia. El efecto de la temperatura, de aumentar el grado de actividad bactericida, a una concentración y tamaño de inóculo fijos, se denomina coeficiente de temperatura, que es un valor característico para cada desinfectante. **(1, 5)**

#### **4.2.7.5 NATURALEZA DEL MICROORGANISMO Y OTROS FACTORES ASOCIADOS A LA POBLACIÓN MICROBIOLÓGICA**

Influyen en la actividad de los desinfectantes, en especial si hay esporas, que son más resistentes. Si el grado de contaminación es alto, se requiere mayor tiempo y concentración del desinfectante. Resulta de mucha utilidad conocer los niveles de acción germicida para facilitar su selección para determinado propósito.

El uso de diferentes tipos de desinfectantes químicos en una base rotacional, es practicado por muchas compañías. Teóricamente esta rotación previene el apareamiento de microorganismos resistentes a determinado compuesto. Sin embargo es importante considerar que no todos los desinfectantes son compatibles entre sí y con otros agentes de limpieza. Algunas combinaciones pueden formar precipitados inactivos y superficies pegajosas, por ejemplo los compuestos fenólicos y yodoforos son incompatibles.

Otros factores a considerar son:

- = Según la especie empleada: p. Ej., el bacilo tuberculoso resiste los hipocloritos mejor que otras bacterias;
- = Según la fase de cultivo;
- = Dependiendo de la presencia de cápsulas o de esporas (suelen conferir más resistencia);
- = Número de microorganismos iniciales. **(1, 5)**

#### **4.2.7.6 PRESENCIA DE MATERIALES EXTRAÑOS**

La existencia de materia orgánica en el material a tratar (p. Ej., sangre, suero, pus) afecta negativamente a la potencia de los desinfectantes de tipo oxidante (como los hipocloritos) y de tipo desnaturalizante de proteínas, hasta el punto que pueden llegar a hacerlos inactivos en cuanto a su poder desinfectante y/o esterilizante. **(1, 5)**

Los principales mecanismos por los que se pierde actividad son:

- = Adsorción (o sea, absorción superficial) del desinfectante a coloides de proteínas;
- = Formación de complejos inertes o poco activos;
- = Unión de grupos activos del desinfectante a proteínas extrañas.

#### **Ejemplos:**

- = los agentes mercuriales se inhiben por sustancias que lleven grupos sulfhidrilo (-SH);
- = las sales cuaternarias de amonio se inhiben en presencia de jabones y lípidos.

Por lo tanto, para el empleo eficaz de muchos desinfectantes hay que contar con este factor, determinando previamente el gasto de materia orgánica inerte, o calculando la potencia neta del desinfectante en presencia de la materia orgánica. **(5)**

#### **4.2.8 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE UN DESINFECTANTE**

La determinación de la actividad desinfectante de un determinado agente es necesaria para conocer su posible eficacia. El método primario que se viene empleando desde hace muchos años es comparar la potencia del compuesto a ensayar con la de un desinfectante tipo o estándar, que por motivos históricos es el fenol. En los inicios de la práctica del coeficiente de fenol, la fiebre tifoidea era una de las principales enfermedades infecciosas causantes de mortalidad, por lo que fue seleccionada Salmonella typhi, como el microorganismo más empleado para la evaluación de los desinfectantes y aún continua siendo utilizada en nuestros días, junto con Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa y Salmonella choleraesuis, estas últimas por la resistencia que presentaban a la desinfección **(1)**

#### 4.2.8.1 COEFICIENTE DE FENOL O COEFICIENTE FENILICO

Consiste en la siguiente relación:

máxima dilución del desinfectante que mata a un microorganismo en 10 min., pero no en 5 min.

máxima dilución del fenol que mata a ese microorganismo en 10 min., pero no en 5 min.

En los EEUU, la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos (F.D.A.= Food and Drug Administration) emplea un test oficial para desinfectantes en condiciones normalizadas, usando una serie de cepas bacterianas concretas, cuya susceptibilidad al fenol se conoce exactamente:

- = una cepa concreta de Salmonella typhimurium
- = una cepa de Staphylococcus aureus
- = una cepa de Pseudomonas aeruginosa

El método consiste, en esencia, en lo siguiente:

- = Un cultivo de una de estas cepas se diluye 10 veces (1/10) en sucesivas diluciones del desinfectante problema, y se dejan a 20 minutos;
- = De cada una de las diluciones se siembran alícuotas, a los 5 y a los 10 minutos, en placas de Petri provista con un medio de cultivo adecuado;
- = Se determina el coeficiente fenol según la fórmula que hemos expuesto;
- = Una vez determinado, se recomienda usar concentraciones 5 veces superiores a las indicadas por el coeficiente fenol.

Limitaciones de este método:

- = El coeficiente fenol sólo es indicativo cuantitativamente en desinfectantes químicamente similares al fenol, y que tengan coeficientes de dilución (n) parecidos.
- = Aun cuando conozcamos el coeficiente fenol de un compuesto, su valor indicativo se limita a las diluciones que se hayan empleado en la determinación.
- = Hay que atender a las condiciones de valoración, ya que como dijimos antes, la presencia de materia orgánica supone una merma del poder *real* de desinfección. **(5)**

Para solucionar algunos de estos inconvenientes se han puesto a punto otros métodos de valoración:

#### 4.2.8.2 PRUEBA DE LA CONCENTRACIÓN EQUIVALENTE

Consiste en determinar la concentración del desinfectante a ensayar que ejerce el mismo efecto sobre la bacteria de referencia que otra concentración de un desinfectante-tipo (estándar).

#### **4.2.8.3 DETERMINACIÓN DE LA TOXICIDAD DEL DESINFECTANTE**

Como se comentó anteriormente, no todos los agentes esterilizantes son aptos como desinfectantes de tejidos, ya que pueden presentar efectos tóxicos. Por ello, siempre que se intenta introducir el uso de un nuevo compuesto desinfectante, hay que evaluar su potencial tóxico, mediante el llamado índice de toxicidad, que es el cociente entre el poder desinfectante y el poder tóxico

#### **4.2.8.4 PRUEBA DE Chick-Martin**

Evalúa al desinfectante en presencia de materia orgánica **(1, 5)**

#### **4.2.9 CLASIFICACIÓN DE DESINFECTANTES DE ACUERDO A SU MODO DE ACCIÓN**

Cada desinfectante puede actuar en una o varias formas para ejercer su acción germicida. Por ejemplo los cuaternarios de amonio actúan inicialmente por absorción celular y después, al entrar en el citoplasma, interfieren con los procesos metabólicos esenciales. Los hipocloritos reaccionan con los compuestos nitrogenados produciendo proteólisis, y por ello pierden su potencia en presencia de materia orgánica. La actuación de las sustancias químicas con acción desinfectante, se centra por lo general en algún punto concreto de la estructura de los microorganismos o ejercen su acción sobre algún mecanismo vital. **(12, 13)**

##### **4.2.9.1 AGENTES QUE DAÑAN LA MEMBRANA**

La membrana externa protege la integridad de la bacteria y es por lo tanto esencial para su supervivencia. En su composición se incluyen fosfolípidos y lipopolisacáridos estabilizados mediante cationes de  $Mg^{++}$  y  $Ca^{++}$ . Hay, además, proteínas y otros compuestos mas o menos complejos según el tipo de microorganismo que se considere. De este modo, según que las moléculas del desinfectante ionizado sean absorbidas o repelidas por la carga eléctrica en el contacto inicial, puede suceder:

- = Que las moléculas no polares penetren en el interior y disuelvan la fase lípida de la bacteria.
- = En caso de que, como consecuencia de la carga eléctrica sean repelidos, pueden actuar sistemas de transporte específico que conducen y transportan el desinfectante a través de la membrana.
- = Otros casos están representados por moléculas capaces de perturbar la organización de la membrana mediante el establecimiento de puentes con determinados puntos de la estructura. **(12)**

Los solventes orgánicos (fenoles, alcoholes) y los desinfectantes tensioactivos (detergentes) dañan la integridad estructural de la membrana (es decir, la disposición ordenada de lípidos y proteínas), de modo que interfieren con su función. Al alterar la permeabilidad de la membrana, provocan pérdida de constituyentes esenciales, con la subsiguiente muerte de la bacteria, ya que la

membrana provee una unión dinámica entre el metabolismo y transporte. El potasio es de las primeras sustancias que aparecen cuando la membrana es dañada. Otras sustancias que se liberan son: aminoácidos, purinas, pirimidinas y pentosas. **(1, 6)**

#### **4.2.9.1.1 COMPUESTOS FENOLICOS**

Se obtienen de la destilación del carbón de hulla. Son rápidamente bactericidas a bajas concentraciones, causando:

- = daños a membranas, con pérdida de constituyentes citoplásmicos;
- = inactivación irreversible de oxidasas y deshidrogenasas de membrana;
- = desnaturalización de proteínas.

Tienen baja solubilidad en agua, por lo que se emplean en fórmulas que incluyen agentes emulsificadores (jabones) que, además, aumentan su actividad. Son incompatibles con los ácidos o álcalis fuertes. Los álcalis convierten el ión fenol en ión fenato, que es menos efectivo que la molécula de fenol **(5, 12, 13)**

##### **4.2.9.1.1.1 FENOL**

El fenol o ácido carbólico, históricamente uno de los primeros desinfectantes en usarse, tiene valor como desinfectante, pero es demasiado costoso y por ello no conviene para este fin. Una concentración mínima de 5% de fenol en solución acuosa se emplea para la desinfección de objetos y locales contaminados. Muestra la desventaja de que su olor es rápidamente absorbido por los alimentos; sólo se emplea en la actualidad como patrón para ensayar el poder desinfectante de otros compuestos, ya que es muy tóxico.

A partir del fenol se pueden lograr desinfectantes con mayor actividad antibacteriana y con menor toxicidad sustituyendo hidrógenos del anillo bencénico por radicales alquílicos o por halógenos. Ejemplos: Cresol, hexaclorofeno. **(1, 5, 6, 13)**

##### **4.2.9.1.1.2 CRESOL**

Son los alquil-fenoles. El radical alquílico puede estar en posición *orto*, *meta* o *para*, dando respectivamente el *orto*-cresol, el *meta*-cresol y el *para*-cresol. Normalmente se emplea la mezcla de los tres, denominada tricresol. Se obtienen por destilación del alquitrán de carbón. Se usan como desinfectantes de material de desecho bacteriológico, útiles en presencia de materia orgánica. **(1, 5)**

##### **4.2.9.1.1.3 DIFENILOS HALOGENADOS**

El hexaclorofeno (hexacloro-*orto*-difenilmetano) es bacteriostático a bajas concentraciones (sobre todo contra cocos Gram-positivos), incluso incorporado en jabones.

Algunas marcas comerciales incluían hace unos años este compuesto, hasta que se comprobó que su absorción por la piel, sobre todo inflamada, puede



causar neurotoxicidad e incluso, toxicidad sistémica, por lo que en la actualidad ha dejado de usarse. **(5, 6)**

#### **4.2.9.1.1.4 ACEITES ESENCIALES DE ORIGEN VEGETAL**

Desde la antigüedad, y de modo empírico, se vienen usando algunos aceites esenciales de plantas aromáticas como conservantes y antisépticos, ya que como se ha podido comprobar, contienen varios compuestos fenólicos:

- = el timol (de *Thymus*, los tomillos);
- = el eugenol se emplea en odontología como antiséptico. **(5)**

#### **4.2.9.1.2 ALCOHOLES**

Los alcoholes desorganizan las bicapas lipídicas penetrando en la región hidrocarbonada de los lípidos. No afectan a las endosporas, por lo que no son esterilizantes. Se caracterizan porque tienen excelente actividad antibacteriana frente a la mayoría de las bacterias Gram positivas. Por su propiedad de evaporarse sin dejar residuos detectables significativos y por su rápida acción bactericida, se ha aceptado sea aplicado como tratamiento final para superficies estériles.

Su acción desinfectante mejora conforme aumenta la longitud de la cadena alifática de los alcoholes, hasta aquellos con 8 a 10 átomos de carbono (C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>), ya que los alcoholes de cadenas más largas de C<sub>10</sub> tienen una baja solubilidad en agua. **(1, 5, 6, 9, 13)**

##### **4.2.9.1.2.1 ETANOL (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH)**

Es más efectivo en soluciones acuosas entre 50-70%, ya que para su mejor acción se implica la intervención del agua. A 100% de pureza es poco efectivo. Entre sus inconvenientes hay que destacar la gran volatilidad, su capacidad corrosiva e inflamable y la poca actividad que muestra en presencia de materia orgánica. Además no destruye a las esporas por lo que no se usa como agente de esterilización. **(5, 9, 11)**

##### **4.2.9.1.2.2 ISOPROPANOL ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHOH)**

Es menos volátil y más efectivo que el etanol ya que es considerado más eficaz para reducir o alterar la tensión superficial de las células bacterianas. Tiene la ventaja de ser menos corrosivo. Se emplea igualmente en desinfección de termómetros. Sin embargo, su efecto tóxico (narcótico) es mayor y más duradero que aquel. Tiene el inconveniente de su olor picante, que justifica su escaso empleo. Se pueden usar solos o juntos con agentes como clorhexidina o yoduros. El alcohol que contiene ácido sulfúrico al 1 % posee actividad esporicida. **(1, 5, 9, 11)**

## **4.2.9.2 AGENTES DESNATURALIZANTES DE PROTEÍNAS**

### **4.2.9.2.1 ACIDOS Y BASES FUERTES**

Son activamente bactericidas, debido a sus grupos  $H^+$  y  $OH^-$  disociados, respectivamente. En principio, su actividad es proporcional al grado de disociación, pero algunos hidróxidos son más potentes que lo sugerido por su grado de ionización, debido a la acción tóxica directa que puede ejercer el catión metálico. Existen ciertas especies bacterianas que resisten relativamente bien la acción de bases fuertes. Tal es el caso del bacilo tuberculoso. Esto se aprovecha para aislarlo y purificarlo: se licua un esputo de enfermo sospechoso en una solución 1M de sosa (NaOH) y se deja 30 minutos antes de sembrar. Bajo estas condiciones, prácticamente sólo sobrevive el Mycobacterium tuberculosis. **(5, 11)**

#### **4.2.9.2.2.1 ACIDOS ORGÁNICOS NO DISOCIABLES**

Los ácidos orgánicos, que son poco disociables, ejercen su efecto en cuanto moléculas intactas (sin disociar), que penetran a la célula. El ácido benzoico y el ácido sórbico se usan ampliamente como conservantes alimentarios. Ciertos ácidos (como el acético, láctico, propiónico) aparecen en alimentos fermentados, actuando como conservantes naturales. Estos mismos, así como el cítrico se pueden añadir a otros tipos de alimentos, para prolongar el periodo de posible almacenamiento de los productos. **(11)**

#### **4.2.9.2.2.2 ACIDO BÓRICO**

Se ha usado como conservante (a veces ilegal) de alimentos. **(5)**

## **4.2.9.3 AGENTES MODIFICADORES DE GRUPOS FUNCIONALES**

Esta amplia clase de agentes se caracteriza, en general, por los siguientes efectos:

- = alteran grupos que forman parte de los centros activos de enzimas y otras proteínas;
- = alteran grupos funcionales de ácidos nucleicos, componentes de pared y de membrana. **(5, 11)**

### **4.2.9.3.1 METALES PESADOS**

Durante muchos años los metales pesados (mercurio, plata, arsénico, zinc y cobre) se han utilizado como bactericidas, si bien sólo tienen efecto bacteriostático. Las sales solubles de Hg, As, Ag, Cu, etc, "envenenan" la actividad enzimática formando mercáptidos con los grupos -SH de la cisteína. También interaccionan con  $-NH_2$ ,  $-COOH$  y radicales fosfato.

Los más efectivos son los derivados del mercurio y de la plata (actúan a menos de 1 ppm.). **(5, 9)**

#### **4.2.9.3.1.1 MERCURIALES**

Se vienen usando desde la antigüedad en Medicina.

##### **4.2.9.3.1.1.1 CLORURO DE MERCURIO ( $\text{HgCl}_2$ )**

En solución al 0,1% fue muy usado como desinfectante potente, pero es muy tóxico, y apenas se emplea en la actualidad.

##### **4.2.9.3.1.1.2 COMPUESTOS ORGÁNICOS DE MERCURIO**

Tales como el Mercurocromo, la Mercromina, el Mertiolo. No son totalmente fiables como desinfectantes y presentan cierta (aunque baja) toxicidad, pero se emplean mucho como antisépticos de la piel y de heridas.

##### **4.2.9.3.1.1.3 SALES DE FENILMERCURIO**

Son potentes inhibidores no sólo de bacterias, sino de levaduras, hongos y algas. Se usan especialmente en el control de posibles contaminantes microbianos (p. Ej., bacterias oportunistas del género *Pseudomonas*) en productos farmacéuticos, cosméticos y oftalmológicos. **(11)**

#### **4.2.9.3.1.2 COMPUESTOS DE PLATA**

Bien sea en forma de sales solubles, o en preparaciones coloidales, los compuestos de plata se usan ampliamente como antisépticos, aunque están restringidos, al tener efectos irritantes y cáusticos. **(5)**

##### **4.2.9.3.1.2.1 NITRATO DE PLATA ( $\text{AgNO}_3$ )**

Es uno de los compuestos de plata mas utilizados en medicina humana y veterinaria. **(5, 9)**

##### **4.2.9.3.1.3 SULFATO DE ZINC ( $\text{ZnSO}_4$ )**

Se presenta en polvo o gránulos blancos inodoros y solubles en agua. Todas las sales de zinc son agentes astringentes, corrosivas y antisépticas y se pueden usar en polvo, pomadas y lociones. **(9)**

#### **4.2.9.4 AGENTES OXIDANTES**

Los efectos de los agentes oxidantes que se tratan a continuación son la inactivación de proteínas enzimáticas (convirtiendo los radicales -SH en disulfuros -S-S-). Además, los más potentes también atacan radicales amino, el grupo indol (presente en el triptófano), y la tirosina. **(5, 11)**

##### **4.2.9.4.1 OZONO**

El ozono destruye los microorganismos con mucha mayor rapidez que el cloro debido a su elevado potencial de oxidación. Es permite que pueda utilizarse a concentraciones mucho menores ( menos de 1 ppm). Es altamente efectivo para el tratamiento del agua de procesamiento. El efecto letal del ozono en los microorganismos se produce a través de su acción oxidativa. Salmonella

typhimurium, Y. enterocolitica y L. monocytogenes son sensibles al tratamiento en agua ozonizada a una concentración de 20 ppm. Muchos virus y los quistes de protozoos como Cryptosporidium parvum también son sensibles al ozono. El elevado poder oxidante del ozono, que lo convierte en un elemento muy eficaz contra los microorganismos, también provoca algunos problemas con su uso. Entre ellos se incluyen la corrosión de las superficies de procesamiento de metal y la reactividad del ozono con la materia orgánica. La manipulación también es complicada debido a potenciales efectos tóxicos. (14)

#### **4.2.9.4.2 PEROXIDO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Uno de los compuestos oxidantes más conocidos y ampliamente utilizado es el peróxido de hidrógeno, en solución al 3%, se usó en otro tiempo como desinfectante, pero está actualmente en desuso, debido a que algunas bacterias son resistentes, por la posesión de catalasas y peroxidasas. No es muy estable y se destruye en presencia de álcalis. Para incrementar la estabilidad, el pH se ajusta aproximadamente a 5 y se añaden fosfatos. Se emplea en desinfección de superficies inertes y equipos quirúrgicos. El tiempo de contacto es un factor a tener en cuenta en la aplicación del peróxido de hidrógeno en los programas de desinfección. (5, 9, 11, 12)

#### **4.2.9.4.3 PERMANGANATO POTÁSICO (K<sub>3</sub>MnO<sub>4</sub>)**

Las soluciones de permanganato potásico se caracterizan porque tienen acción antibacteriana enérgica, si bien la sensibilidad de las bacterias a esta sustancia química es muy variable y debido a su bajo poder de penetración su actividad es sólo superficial. (9, 13)

#### **4.2.9.4.4 ÁCIDO PERACÉTICO (CH<sub>3</sub>-CO-O-OH)**

Se forma por la reacción del ácido acético y el peróxido de hidrógeno con catalizadores. Es un fuerte agente oxidante, oxida u desnaturaliza las proteínas y los lípidos de los microorganismos, lo que conduce a una desorganización de su membrana. En forma de vapor se usa en la esterilización de cámaras de cría de animales libres de gérmenes. Además ha sido utilizado en el procesado de alimentos y lechería. Destruye todos los tipos de microorganismos, incluidos las esporas, además es activo incluso en presencia de materia orgánica. (5, 12, 14)

#### **4.2.9.4.5 HALÓGENOS**

Son bactericidas muy útiles y muy potentes. Los compuestos son ampliamente utilizados en la industria lechera y alimenticia y son vendidos en mezclas con detergentes aniónicos los cuales son efectivos agentes sanitizantes. Son inactivados por materia orgánica. Como antiséptico y desinfectantes, el cloro y el yodo tienen mayor importancia, y en menor grado el bromo. Estos compuestos químicos actúan por medio de oxidaciones y logran la liberación de oxígeno naciente en los tejidos. (1, 5, 13)

#### **4.2.9.4.5.1 DERIVADOS YODADOS**

Estas preparaciones se emplean casi en su totalidad en animales vivos y casi nunca para desinfectar locales, utensilios o instrumentos. Las soluciones de yodo están menos afectadas por el contenido de materia orgánica del agua de lavado que el cloro. A concentraciones de 6-13 ppm de yodo libre (pH 6.6-7) durante un tiempo de contacto de 3-15 segundos, la población de células bacterianas son más resistentes al yodo que las células vegetativas. Para limpiar las superficies de equipos, normalmente se recomienda una solución con 25-50 miligramos de yodo por litro (ppm) a un pH 3-4. **(13, 14)**

##### **4.2.9.4.5.1.1 YODO**

Aparte de su efecto oxidante, se combina irreversiblemente con residuos de tirosina de las proteínas. Sus principales presentaciones son la tintura de yodo y los yodóforos. El yodo actúa disminuyendo los requerimientos de oxígeno de los microorganismos aerobios, interfiriendo a nivel de la cadena respiratoria por bloqueo del transporte de electrones a través de reacciones electrofílicas con enzimas. **(5, 9, 12)**

##### **4.2.9.4.5.1.2 TINTURA DE YODO**

Es una mezcla de 2% de  $I_2$  + 2% de IK en alcohol de 70%. Su máximo efecto bactericida lo tiene a pH < 6. Es un magnífico antiséptico de la piel, de hecho el mejor de los conocidos, pero tiene un efecto doloroso y cáustico en heridas abiertas. **(5)**

##### **4.2.9.4.5.1.3 YODÓFOROS**

Son los más frecuentemente utilizados en la industria alimenticia. Son mezclas de yodo con agentes tensioactivos (detergentes; no son compatibles con detergentes aniónicos), en los que éstos actúan como portadores del yodo, al que van liberando lentamente. En soluciones alcohólicas y acuosas, son buenos desinfectantes para bacterias vegetativas, virus y esporas pero tienen menos poder esporicida que los hipocloritos y son más caros.

Los yodóforos cuentan con la ventaja de ser menos corrosivos que el cloro a temperaturas bajas. No obstante, se vaporizan a temperaturas superiores a 50 ° C., momento en el que pueden ser altamente corrosivos en los metales. Por esta razón, es importante enjuagar abundantemente las superficies tratadas con agua después de la aplicación del yodóforo. Para superficies que no se dañan fácilmente, los yodóforos pueden aplicarse sin un enjuague final. Su eficacia se reduce a bajas temperaturas. Son más eficaces en un rango de pH de 2-5 pero pueden permanecer activos en condiciones levemente alcalinas dependiendo de otras condiciones. Pierden su eficacia en presencia de material orgánico y a pH 7 o superior. Es posible observar visualmente la eficacia de los yodóforos, ya que pierden su color cuando el yodo residual alcanza niveles ineficaces.

La povidona yodada es sin duda el yodóforo más conocido y utilizado. Este producto tiene la gran ventaja de que se puede utilizar como antiséptico

utilizando directamente sobre la piel de los animales para limpieza de heridas. **(1, 5, 9, 12, 14)**

#### **4.2.9.4.5.2 DERIVADOS CLORADOS**

Son agentes oxidantes, que inactivan proteínas enzimáticas. El principio activo (el cloro) se puede presentar en forma gaseosa, soluciones de hipoclorito y cloraminas. El cloro es electronegativo y por ello oxida las uniones peptídicas desnaturizando las proteínas. **(9, 12)**

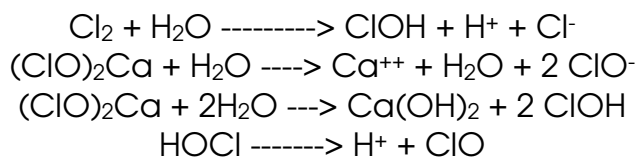
##### **4.2.9.4.5.2.1 CLORO**

Es el agente más utilizado para la desinfección en la industria alimenticia y para la desinfección de aguas, debido a su bajo costo y fácil manejo. Fue uno de los primeros antisépticos en usarse (antes de conocerse su mecanismo, e incluso antes de que se supiera el auténtico papel de los microorganismos en las enfermedades infecciosas). El cloro remueve proteínas de la cubierta de las esporas y permite a la lisozima iniciar la germinación. Al germinar la bacteria, se hace sensible al efecto letal del cloro, incrementándose este efecto con el uso adjunto de otros agentes que remueven las proteínas de la cubierta de la espora. **(4, 5, 13, 14, 15)**

La actividad del cloro decrece conforme aumenta el pH, y disminuye la rapidez de su efecto bactericida. Al igual que con la presencia de materia orgánica. **(13)**

Aumentar la temperatura del agua con cloro puede provocar una considerable reducción del cloro a menos que la solución contenga nitrógeno orgánico que interactúe con el cloro para formar cloraminas, que poseen poder germicida. **(14)**

El efecto desinfectante se debe a la liberación de cloro libre ( $\text{Cl}_2$ ); a su vez, el  $\text{Cl}_2$  reacciona con el agua para dar ácido hipocloroso, que a pH ácido o neutro es un oxidante fuerte.



La disociación del ácido hipocloroso depende del pH (se realiza a  $\text{pH} < 7$ ). A medida que desciende el pH, el equilibrio favorece la forma letal del ácido (HOCl). Por tanto, el pH es un importante factor en el efecto desinfectante de las soluciones de cloro. No obstante, un pH bajo favorece las reacciones de corrosión del metal, por esta razón, el uso de estos niveles de pH es más dañino para el equipo. **(5, 11, 14)**

La capacidad del cloro para destruir microorganismos depende de la cantidad de cloro residual libre, es decir, el cloro restante después de que reaccione con la materia orgánica en el agua. El cloro reacciona con las impurezas del agua, como los minerales y sólidos orgánicos de los productos que se lavan. La cantidad de cloro que reacciona se denomina generalmente "demanda de cloro" del agua. Una vez satisfecha la demanda de cloro, hay un punto de inflexión en el que las posteriores adiciones de cloro existirán en forma de cloro residual libre. Las propiedades desinfectantes son proporcionadas únicamente por el cloro libre. La cantidad de cloro residual libre es muy importante para la desinfección de la planta, ya que la velocidad a la que se destruyen las bacterias es proporcional a la concentración de cloro residual.

Para evitar las reacciones abruptas de neutralización, no deben mezclarse los productos desinfectantes alcalinos y ácidos (por ejemplo: el cloro mezclado con amoníaco es extremadamente peligroso). **(14)**

#### **4.2.9.4.5.2.2 CLORO GASEOSO**

Tiene color verde amarillento; a 1-3 ppm se usa en la cloración de aguas para bebida y de aguas de piscinas. Su actividad se ve muy influida (mermada) por la presencia de materia orgánica; por ello, se suele determinar la demanda de cloro del agua a tratar. Descontada dicha demanda, el cloro gaseoso mata rápidamente (15-30 segundos) a sólo 1 ppm. **(5, 15)**

#### **4.2.9.4.5.2.3 SOLUCIONES DE HIPOCLORITOS**

Los hipocloritos de sodio, de calcio o de litio. Son más activos contra una gran variedad de organismos incluyendo virus, pero son menos efectivos contra micobacterias y esporas, especialmente en superficies grasas. A 200 ppm de cloro se usan ampliamente, ya sea como líquidos (lejías), o en polvo, en industrias alimentarias y lácteas (para desinfectar el equipamiento y maquinaria que ha de entrar en contacto con los alimentos a procesar. Son aniónicos e incompatibles con detergentes catiónicos, se debe tener precaución ya que corroen metales. **(1, 5)**

##### **4.2.9.4.5.2.3.1 HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl)**

Presenta una baja toxicidad a concentraciones de uso, facilidad de manejo y su costo es relativamente bajo. Tienen diferentes concentraciones, desde 3.5 % hasta 15% de cloro disponible en peso por volumen. Al utilizar estos productos deben hacerse las pruebas respectivas para establecer la demanda de cloro. El hipoclorito de sodio en solución acuosa diluida, tiene normalmente un color amarillento y deberá ser un líquido transparente, libre de materia insoluble y de materia en suspensión, se descompone por exposición a la luz. **(12, 13, 15)**

##### **4.2.9.4.5.2.3.2 HIPOCLORITO DE CALCIO**

Consiste en una mezcla de hipoclorito y cloruro de calcio. Es un polvo granular de color blanco, en condiciones adecuadas suministra hasta 30 % de su

peso de cloro activo. Es muy irritante porque libera mucho gas; debe manejarse con mucho cuidado, guardándose en recipientes perfectamente cerrados y emplearse en sitios muy ventilados.

Los productos ácidos no deben mezclarse con soluciones de hipoclorito ya que pueden producir cloro gaseoso, que puede ser tóxico. **(4, 12, 13, 14)**

#### **4.2.9.4.5.2.4 DIÓXIDO DE CLORO (ClO<sub>2</sub>)**

El dióxido de cloro ha sido objeto de atención en los últimos años debido a que su eficacia está menos afectada por el pH y el contenido de materia orgánica que la del cloro. Otra ventaja es su gran acción oxidativa que, según se ha observado, presenta también algunas desventajas. Entre ellas se encuentra su poca estabilidad, la resistencia de los virus. Se descompone a una temperatura superior a los 30 ° C y si se expone a la luz. **(14)**

#### **4.2.9.4.5.2.5 CLORAMINA-T**

Contiene aproximadamente 12 % de cloro activo y se disuelve bien en agua. Su acción consiste en liberar cloro y sus usos son similares a los del hipoclorito de sodio. Sin embargo es menos irritante y mas estable. **(13)**

#### **4.2.9.4.6 COLORANTES**

Los colorantes se han usado tradicionalmente como antibacterianos desde que Ehrlich los empleara para teñir y destruir bacterias invasoras. Debido a la introducción de agentes quimioterápeuticos más específicos, la utilización de los colorantes se ha limitado al uso como antisépticos locales, ya que poseen una notable especificidad frente a diversos tipos de bacterias.

Algunos colorantes derivados de la destilación del alquitrán de carbón, sobre todo los trifenilmetanos y las acridinas, no sólo tiñen las bacterias, sino que también actúan como antibacterianos, incluso a pequeñas concentraciones. Los colorantes básicos son los más efectivos. En general, su mecanismo depende de su afinidad hacia los grupos fosfato (ácidos) presentes en las nucleoproteínas. Encuentran su uso como antisépticos de lesiones dermatológicas, infecciones de la piel y pequeñas heridas. Su principal inconveniente es que muchos de ellos se inactivan en presencia de suero y otras proteínas. **(5, 9, 11)**

##### **4.2.9.4.6.1 COLORANTES DE TRIFENILMETANO**

Entre ellos se encuentran el cristal violeta (**C<sub>25</sub>H<sub>30</sub>N<sub>3</sub>Cl**), el violeta de genciana (**C<sub>24</sub>H<sub>28</sub>N<sub>3</sub>Cl**), el verde brillante, el verde malaquita, y la fucsina básica. Son muy selectivos hacia bacterias Gram-positivas, sobre las que son efectivos a sólo 0,2-2 ppm. En cambio, las Gram-negativas suelen ser resistentes, debido a su membrana externa.



El efecto antibacteriano se debe a la pseudobase, que es más lipófila que el respectivo catión, y bajo esa forma accede al interior celular, donde se une a los grupos fosfato de los ácidos nucleicos. Son efectivos para la desinfección de superficies que contengan restos de grasa y aceite.

**(5, 9, 11)**

#### **4.2.9.4.6.2 COLORANTES DERIVADOS DE LA ACRIDINA**

Llamados flavinas, por su color amarillento -Lat: *flavus*- Los ejemplos típicos son la acriflavina, la proflavina y la tripoflavina. Interfieren en la biosíntesis de ácidos nucleicos (intercalándose en la doble hélice del ADN) y proteínas. Son bactericidas y bacteriostáticos sobre una gran diversidad de bacterias.

A diferencia de las anilinas, ejercen su acción también en presencia de materiales como suero, pus, etc. Su uso principal es la antisepsia de heridas. **(5, 11)**

#### **4.2.9.5 AGENTES ALQUILANTES**

Son agentes esterilizantes, activos tanto sobre células vegetativas como sobre esporas, que ejercen su efecto letal por su acción alquilante de proteínas y ácidos nucleicos.

##### **4.2.9.5.1 ALDEHÍDOS**

Reaccionan con los grupos amínicos libres de las proteínas para formar productos de adición. El radical aldehído se condensa con los radicales amino para formar axometinas, que en concentraciones altas precipitan las proteínas. Son productos que pueden conseguir la esterilización (eliminación de microorganismos y sus esporas), que es el nivel más alto de actividad antimicrobiana. Los aldehídos tienen la ventaja de que pueden actuar en condiciones de fuerte contaminación con materia orgánica, pero se oxidan lentamente y pueden ser poco efectivos cuando se mezclan con otras sustancias químicas. Otro de los inconvenientes que presentan es que son tóxicos cuando se ingieren por vía inhalatoria, pudiendo dañar de forma manifiesta la mucosa respiratoria. De todos los aldehídos los más conocidos y utilizados son el formaldehído y el glutaraldehído. **(9, 13)**

##### **4.2.9.5.1.1 FORMALDEHÍDO (HCHO)**

El formaldehído es el mejor conocido, debido a que es un gas, se vende en solución acuosa al 37-40%, conocido como formalina, la cual es utilizada para preservar especímenes anatómicos. La alquilación la produce reemplazando hidrógenos lábiles de ciertos grupos químicos (-NH<sub>2</sub>, -OH, -COOH y -SH), produciendo:

- Hidroximetilaciones
- condensaciones (entrecruzamientos).

A temperaturas debajo de 20 ° C no es muy activo y requiere una humedad de al menos 70 %. Soluciones de formaldehído al 4 % se usan para desinfectar superficies metálicas, ya que no causa corrosión.

**(1, 5, 11)**

#### **4.2.9.5.1.2 GLUTARALDEHIDO**

Es menos tóxico y al menos tres veces mas activo que el formaldehído, y no se afecta por materiales con proteínas. Cada vez se emplea más como esterilizante frío de instrumental quirúrgico. actúa de forma similar al formaldehído, favoreciéndose en presencia de pH alcalino.

Recientemente los aldehídos han sido formulados en unión con amonios cuaternarios o sustancias anfóteras para conseguir un efecto sinérgico, consiguiendo una acción mas rápida y una actividad mas alta sobre un espectro mas amplio. **(5, 12)**

#### **4.2.9.5.2 OXIDO DE ETILENO**

Tiene un efecto similar al del formaldehído: Sustituciones y entrecruzamientos irreversibles en grupos amino, sulfhidrilo, etc., de proteínas. También reacciona con grupos fosfato y anillos nitrogenados de los ácidos nucleicos.

Es un agente empleado como esterilizante gaseoso, aunque es de acción lenta. Se emplea cuando no se puede recurrir a la esterilización por calor: esterilización de material de plástico, drogas, ciertos productos biológicos, equipamiento electrónico. La operación se realiza en cámaras parecidas al autoclave. Sin embargo, es un método caro y exhibe ciertos riesgos: presenta acción vesicante y toxicidad para el hombre (mutágeno y carcinógeno). **(11)**

#### **4.2.9.5.3 B-PROPIONIL-LACTONA**

Es 25 veces más activa que el formaldehído. Actúa como gas en presencia de 80-90% de humedad relativa, aunque es poco penetrante. **(1)**

#### **4.2.10 DETERGENTES**

Son agentes con baja tensión superficial, que aumentan la permeabilidad de la membrana celular y facilitan de este modo que el agua penetre al interior de la bacteria hasta que ésta estalla. Los detergentes actúan además sobre algunas enzimas bacterianas, inhibiendo procesos metabólicos bacterianos como la glucólisis **(13)**

Los detergentes empleados en la limpieza del área y equipo de producción deben llenar ciertas características entre las que se pueden mencionar tenemos:

- = Humedecer a fondo la superficie a limpiar
- = Brindar completo ablandamiento del agua, o tener capacidad para condicionar la misma
- = Acción emulsionante de la grasa
- = Eliminar el producto residual de la superficie
- = Mantener el producto residual en suspensión
- = Presentar una excelente eliminación del producto residual por enjuagues
- = No ser corrosivo a superficies metálicas

- = Ser compatible con los materiales de construcción y el equipo
- = Prevención de la formación de incrustaciones
- = Rápida y completa solubilidad
- = Economía en el uso
- = No tóxico. **(11, 13, 14)**

Ningún detergente simple, o clase de detergente puede satisfacer todos esos requerimiento, y por lo tanto, se tiene una amplia gama de detergentes para uso industrial.

El objetivo de aplicar la solución de detergente es el desprender la capa de suciedad y mantenerlo en suspensión, el objetivo del enjuague es el de eliminar la suciedad desprendida y los residuos de detergente. Al seleccionar el producto de limpieza adecuado es importante conocer el material superficial sobre el que actuará y qué materiales deberá eliminar.

Un detergente siempre mejorará el efecto destructivo del calor. Los detergentes son casi siempre utilizados en caliente y, de este modo, mejoran los efectos bactericidas del calor. Este efecto es especialmente valioso frente a las esporas en las aplicaciones industriales. Además aumentan su actividad con la temperatura, tomando en cuenta que la tensión superficial es un fenómeno fisicoquímico de coeficiente térmico negativo. **(11, 13, 14)**

#### **4.2.10.1 CLASIFICACIÓN DE DETERGENTES**

Los detergentes sintéticos, al igual que los jabones, contienen una porción hidrofóbica (normalmente una larga cadena lipófila) y una porción hidrófila (un grupo polar), lo cual les permite formar micelas en solución acuosa, así como formar capas que cubren y solubilizan moléculas hidrófobas. Estos compuestos son inactivados a pH por debajo de 3.5; las bacterias Gram negativo, son las que presentan mayor resistencia a estos compuestos, en especial las del género *Pseudomonas*.

Cuando una solución de moléculas de detergente en agua encuentra grasa, la porción de cada molécula que es hidrófoba se disolverá en la grasa, quedando en el agua la porción hidrófila. En algunos casos las moléculas del detergente rodearán a la grasa, dejándola en la superficie como una pelota microscópica de grasa recubierta de moléculas de detergente semienterradas en ella. Estas moléculas de detergente tendrán sus porciones hidrófobas enterradas en la grasa y sus porciones hidrófilas sobre la superficie de la grasa. esto determinará que la superficie exterior de la grasa sea efectivamente hidrófila y se comportará como si se hubiese disuelto en la solución agua/detergente. También impedirá que las gotitas disueltas de grasa se reúnan unas con otras y dejen manchas sobre los objetos lavados. Así una solución agua/detergente es capaz de disolver tanto la suciedad hidrosoluble como la liposoluble.

Según sea la ionización de la porción hidrófila, los detergentes se pueden clasificar en:

- Detergentes iónicos:
    - ♣ detergentes catiónicos (grupo activo con carga positiva)
    - ♣ detergentes aniónicos (grupo activo con carga negativa)
  - Detergentes no iónicos (no suelen tener actividad antimicrobiana).
- (1, 4, 5)**

#### **4.2.10.1.1 DETERGENTES CATIÓNICOS**

Son los detergentes más potentes en cuanto a su actividad desinfectante, siendo activos contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, estas últimas sólo son sensibles a concentraciones altas; inhiben la respiración de los microorganismos, por lo que inhiben el metabolismo. Los que poseen un radical benzil, aumentan sus propiedades bactericidas.

Estos detergentes no poseen acción viricida, esporicida o fungicida, aunque algunos tienen efectos contra Candida albicans y Trichophyton rubrum. Son mucho más eficaces en la prevención del crecimiento de las bacterias (bacteriostáticos) que en su destrucción. **(12, 13)**

Los principales son los llamados compuestos de amonio cuaternario:

##### **4.2.10.1.1.1 SALES DE AMONIO CUATERNARIO**

Tienen un núcleo bencénico y una cadena larga alifática que varía en cada uno de ellos. Su fórmula general se puede representar así: los cuatro sustituyentes ( $R_1$  a  $R_4$ ) del N son cadenas de hidrocarburos variados en donde  $R_1$  es casi siempre un grupo alquil  $C_{8-18}$ ;  $R_2$  puede ser un grupo alquil de cadena corta o larga, o un grupo aril;  $R_3$  y  $R_4$  son por lo general grupos alquil de cadena corta.

Las sales de amonio cuaternario más activas son aquellas que tienen tres grupos alquílicos cortos y un grupo alquílico largo: cloruro de metilpiridinio, cloruro de benzalconio.

Mecanismo de acción: La porción hidrófoba penetra en las membranas, mientras que el grupo polar catiónico se asocia con los fosfatos de los fosfolípidos, provocando alteraciones en dichas membranas, reflejadas en la pérdida de su semipermeabilidad, con salida de metabolitos de N y P desde el citosol. Es entonces cuando el detergente puede entrar al interior celular, con un efecto secundario de desnaturalización de proteínas.

Son rápidamente bactericidas a concentraciones muy bajas (del orden de una parte por millón, 1 ppm); siempre que en el material a tratar no exista materia orgánica, por su tendencia a neutralizarse, es por ello necesaria una limpieza adecuada previa, antes de su uso. **(4, 5, 11, 12, 13)**

Usos, ventajas e inconvenientes: Estos compuestos presentan varias ventajas, que les hace interesantes como agentes desinfectantes. No son corrosivos para los metales y son estables como agentes desinfectantes a altas temperaturas incrementando su actividad. Son eficaces contra levaduras, mohos y contra L. monocytogenes, pero son menos eficaces contra los coliformes, Salmonella, E. coli, Pseudomonas, y virus. Son relativamente estables en presencia de materia orgánica. Debido a que su eficacia es mayor en un rango de pH de 6-10, su aplicación está limitada a entornos altamente ácidos. Tienen baja toxicidad, por lo que se pueden emplear como desinfectantes y antisépticos de la piel. Se emplean igualmente en la desinfección de material de industrias alimentarias.

Su actividad se ve neutralizada por jabones y fosfolípidos, precipitando en su presencia. Además cuentan con la desafortunada limitación de ser inactivadas por madera, algodón, nylon, esponjas de celulosa y algunos plásticos. **(4, 5, 14)**

#### **4.2.10.1.2 DETERGENTES ANIÓNICOS**

Los jabones forman el grupo más importante de los detergentes aniónicos y su empleo es básico para cualquier programa de desinfección. Tienen la fórmula general  $R-COONa$ . En solución acuosa, el jabón se disocia para formar iones de sodio ( $Na^+$ ) mas iones de ácidos grasos ( $R-COO^-$ ). La acción solubilizante del jabón ayuda a eliminar bacterias y residuos de la superficie de un cuerpo; sin embargo, los jabones no poseen acción antibacteriana definida y necesitan la ayuda de agentes antibacterianos más enérgicos

Los cationes de los detergentes catiónicos pueden neutralizar los aniones de los jabones al unirse químicamente. **(13)**

##### **4.2.10.1.2.1 CLASIFICACIÓN DE DETERGENTES ANIÓNICOS**

Con grupos carboxilo como porción hidrófila:

- = Jabones
- = Saponinas
- = sales biliares
- = ácidos grasos disociables

Con grupos sulfato como porción hidrófila:

- = dodecilsulfato sódico (SDS), también llamado laurilsulfato sódico
- = sulfonato de alquilbenceno **(5)**

Mecanismo de acción : La acción solubilizante del jabón ayuda a eliminar bacterias y residuos de la superficie de un cuerpo; provocan una gran disrupción de membranas, con efectos de lisis, no poseen acción antibacteriana definida siendo activos sobre bacterias Gram-positivas, pero poco sobre Gram-negativas, ya que éstas quedan más protegidas por la barrera del lipopolisacárido de la

membrana externa, por ello necesitan la ayuda de agentes antibacterianos más enérgicos. Son activos sobre todo a pH ácido.

Usos: Cuando los detergentes aniónicos se combinan con ácidos, se logran desinfectantes sanitarios muy potentes (debido al efecto sinérgico de ambos componentes) y de rápida actuación (unos 30 segundos).

**(11, 13)**

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales:**

#### **5.1.1 Recursos Humanos**

Estudiante investigador  
Asesores  
Personal de limpieza del rastro ( 6 personas)  
Personal de laboratorio de microbiología  
Personal de biblioteca

#### **5.1.2 Material de Laboratorio**

Plantillas  
Medio de transporte (caldo nutritivo)  
Tubos de ensayo  
Hisopos estériles  
Gradillas  
Aplicador para placas de petrifilm  
Pipeta de 1 ml.  
Placas de petrifilm para Recuento aeróbico  
Placas de petrifilm para *E. coli* /coliformes  
Campana de flujo laminar  
Mechero  
Autoclave  
Incubadora  
Cuenta colonias de Québec

#### **5.1.3 Materiales de Campo**

Rastro para bovinos del municipio de Fraijanes depto. de Guatemala  
Vehículo  
Bata blanca  
Casco  
Botas de hule  
Guantes desechables  
Hielera  
Refrigerante  
Bomba (lavadora-espumadora)  
Bomba de termonebulización  
Esponjas  
Escobas  
Piedra poma  
Desinfectantes y detergentes

Solución de amonio cuaternario  
Solución clorinada  
Solución de ácido peracético  
Computadora  
Impresora  
Hojas de reporte  
Lapicero

#### **5.1.4 Centros de referencia**

= Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la  
USAC



## 5.2 METODOLOGÍA

### 5.2.1 Descripción del área

La presente investigación se realizó en un rastro para bovinos privado situado en el municipio de San José Pinula del departamento de Guatemala, dicho rastro cuenta con todos los servicios y equipo necesario para llenar los requerimientos que la ley exige para su funcionamiento.

### 5.2.2 Toma de muestras

Se evaluaron dos sistemas de limpieza y desinfección. Para ambos sistemas de desinfección se realizó el muestreo por medio de un hisopado de superficies y equipo tanto en la playa de matanza como en el área de deshuese; siendo el procedimiento de la toma de dichas muestras el mismo en cada una de estas áreas.

Para la toma de cada muestra se utilizó guantes quirúrgicos.

Cada tubo de ensayo conteniendo el medio de transporte fue destapado en el preciso momento de realizar el hisopado.

El hisopo estéril se sacó del empaque y se empapó en el caldo nutritivo contenido en un tubo de ensayo y se frotó en una superficie de 50 centímetros cuadrados; para delimitar el área antes descrita se utilizaron plantillas estériles.

Se sostuvieron los hisopos con un ángulo de 30° aproximadamente sobre las superficies y equipo a ser evaluados y se frotó vigorosamente de lado a lado y desde arriba hacia abajo.

Luego de frotada la superficie y/o equipo el hisopo se introdujo en el tubo de ensayo, comprimiéndose contra las paredes del tubo y cerrando éste inmediatamente; cuidando de no apoyar el hisopo en el borde de la boquilla del tubo ni en cualquier otra superficie.

La toma de muestras se realizó en dos momentos, siendo estos 1 hora antes de iniciar el proceso de limpieza y la otra muestra se tomó después de la aplicación del desinfectante; estas muestras se llevaron refrigeradas al laboratorio de microbiología de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia donde fueron sembradas en las placas de petrifilm realizando la lectura 24 horas después. **(ver ficha 1)**

Las muestras se tomaron de lugares específicos, siendo estos:

### **PLAYA DE MATANZA**

- = Lata de acero de mesa de inspección en cuarto de vísceras rojas
- = Sierra de pecho
- = Sierra de canal
- = Suelo de la playa de matanza
- = Pared de la playa de matanza
- = Suelo del área de desangrado
- = Pared de área de desangrado
- = Soporte metálico para cabezas (área de vísceras rojas)
- = Soporte metálico para hígados (área de vísceras rojas)
- = Carretilla de transporte de vísceras
- = Suelo del área de vísceras rojas
- = Pared del área de vísceras rojas
- = Techo de área de vísceras rojas

### **ÁREA DE DESHUESE**

- = Suelo del área de deshuese
- = Pared del área de deshuese
- = Techo de área de deshuese
- = Plancha plástica de mesa para cortes finos
- = Superficie de metal de mesa para cortes finos

Las muestras se tomaron los días lunes, martes y miércoles durante una semana; para cada sistema de desinfección. **(ver cuadro 1)**

### 5.2.3. Siembra en medios de cultivo

Se sembraron inicialmente en las placas de petrifilm para recuento aeróbico luego se repitió el mismo procedimiento para las placas de petrifilm *E. coli*/coliformes.

Se colocaron la placa de Petrifilm sobre una superficie plana dentro de la campana de flujo laminar.

Se levantó el film superior transparente por una esquina y se tomó un 1ml de la solución con la pipeta, se colocó en el centro del film inferior (agar).

Se bajó con cuidado el film superior sobre la muestra evitando introducir burbujas de aire.

Se colocó el aplicador con la cara hacia abajo en el centro de la placa.

Se distribuyo la muestra uniformemente presionando suavemente en el centro del aplicador. No deslizando el aplicador sobre el film.

Se sacó el aplicador y se esperó al menos un minuto para permitir que solidifique el gel.

Se incubó las placas en una posición horizontal, cara arriba, en pilas hasta 20 placas.

El período de incubación fue de 24 horas a una temperatura de 37 ° C.

Por último se hizo el recuento utilizando para ello un contador de colonias de Québec.

Se anotaron los resultados y se procedió al análisis estadístico de los mismos. **(ver ficha 2)**

Los sistemas de limpieza y desinfección evaluados se describen a continuación:

Primer sistema de limpieza y desinfección:

### **PLAYA DE MATANZA**

1. Remoción de la materia orgánica (restos de carne, pellejos, vísceras rojas etc.)
2. Limpieza de todo (equipo e instalaciones) con agua
3. Limpieza de cuartos (cuarto de vísceras rojas y verdes, cuarto de patas) (lavado con agua y detergente)
4. Limpieza de toneles (35 toneles) con agua y detergente (con cubetas)
5. Limpieza de bandejas con agua y detergente (con cubetas)
6. Limpieza de mesas (restriegue de tubos), con agua, esponja y detergente
7. Remoción del oxido (con piedra poma)
8. Eliminación del detergente de las mesas con agua.
9. desinfección de paredes con cloro (aplicándolo con escobas, 2 lbs de cloro por día)
10. Secado con toallas limpias (3 toallas)
11. Aceitar mesas (utilizando aceite mineral)
12. Desinfección (usando bomba de mochila con hipoclorito de calcio al 70%)

(algunas áreas fueron remojadas con agua caliente, como el cuarto de vísceras rojas y verdes, las sierras, la pasarela (donde se inspecciona las vísceras); no se remoja por completo el área de matanza por lo corto de las mangueras)

### **ÁREA DE DESHUESE**

1. Recolección de basura ( cajas, nylon, desperdicios cárnicos)
2. Se aplica agua caliente a mesas y tablas (sin detergente)
3. Se retira el oxido (raspando con piedra poma)
4. Restregado de mesas (utilizando esponjas, detergente)
5. Lavado de bandejas (con agua y detergente)
6. Limpieza de paredes con agua
7. Eliminación del detergente de las mesas con agua.
8. Secado con toallas (3 toallas)
9. Aceitado de mesas (con aceite mineral)
10. Aplicación de desinfectante (1 vez a la semana)

Las esponjas se cambiarán a diario.

El detergente se mantendrá en cubetas ( y se desaguan las esponjas en ellas)

En la playa de matanza se utilizó un distribuidor de detergente (no se utilizó en el área de deshuese)

Segundo sistema a evaluar:

### **PLAYA DE MATANZA**

Se lavó y desinfectó a diario. Para lavar se utilizó un detergente ácido diluido a 1:100 aplicado en forma de espuma utilizando para ello una hidrolavadora. La dosis de aplicación fue de 250 ml por m<sup>2</sup> en espuma.

Luego de lavar bien se enjuagó con agua limpia y se dejó secar. Posteriormente se aplicó el desinfectante que fue Ácido Peracético en termoniebla diluido 1:10 aplicando 10 ml m<sup>3</sup>. No se enjuagó, se dejó secar.

En las áreas de desangrado y de vómito, el detergente se usó más concentrado (1:50 en espuma).

Se lavó los equipos como las descuernadoras, soportes, mesas y sierras, etc.

### **Área de vísceras rojas**

El procedimiento fue exactamente igual al redactado anteriormente con el mismo producto detergente y desinfectante.

Los techos se lavaron también y como desinfección ambiental de la sala se aplicó Ácido Peracético en termoniebla diluido 1:10 aplicando 10 ml m<sup>3</sup>.

### **Área de vísceras verdes**

El procedimiento fue similar al anterior.

### **ÁREA DE DESHUESE**

El área de deshuese se lavó y desinfectó a diario.

Las mesas de corte también se lavaron con el detergente ácido. A las mismas concentraciones manejadas para la playa de matanza.

Las superficies metálicas fueron aceitadas previo a la aplicación del Ácido peracético

El encargado de la aplicación del desinfectante (ácido peracético) usó mascarilla guante y lentes al manipular el producto tanto en forma concentrada como diluida.

#### 5.2.4 Análisis Estadístico

Se hizo una comparación de promedios de las cargas microbiológicas en la playa de matanza y sala para deshuese utilizando 2 sistemas de desinfección pre-operacional, se hizo el resumen de la información utilizando cuadros.

Además se compararon los resultados con estándares recomendados por el USPHS (United States Public Health Service) **(ver cuadro 2)**

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente estudio se realizaron muestreos de superficie en 18 sitios distintos incluidos infraestructura y equipo. A cada muestra se le realizó la determinación total de bacterias aeróbicas y la determinación de bacterias coliformes; fueron evaluados dos sistemas de desinfección.

A cada sistema de limpieza y desinfección evaluado se le corrió la prueba de hipótesis para comprobación de promedios ( $P < 0.05$ ) (**ver cuadros 3 y 4**), los resultados de dicha prueba de análisis estadístico indican:

Para el primer sistema de limpieza y desinfección del total de sitios evaluados en un 17% de ellos existió una diferencia estadísticamente significativa, siendo efectiva la desinfección; dándose también un 17 % de sitios con una diferencia estadísticamente significativa donde la desinfección no fue efectiva.

Para el primer sistema de desinfección la eficacia en la reducción de unidades formadoras de colonias (*UFC*) de bacterias totales fue de un 9 % mientras que para la reducción de *UFC* de *E. coli*/coliformes fue de un 14 %. Además existieron sitios cuyas cargas bacteriológicas eran mayores luego del proceso de limpieza y desinfección que las cargas encontradas antes de iniciar dicho proceso, dándose este fenómeno en un 44 % de los sitios muestreados, siendo lo anterior consecuencia de no utilizar de forma rutinaria la solución desinfectante y cuando era utilizado se calculaba sin medición y su aplicación era poco sistemática, al momento de utilizar la solución de hipoclorito de calcio la reducción de la carga bacteriológica fue muy evidente.

En el caso del segundo sistema evaluado el porcentaje de sitios en los que existió una diferencia estadísticamente significativa fue de un 56 % . La eficacia en la reducción de unidades formadoras de colonias (*UFC*) de bacterias totales fue de un 71 % y de un 99. 9 % en la reducción de unidades formadoras de colonias (*UFC*) de *E. coli*/coliformes. Para el segundo sistema los sitios con un incremento en la carga bacteriológica representaron un 17 % de los sitios muestreados. Es importante considerar que para el segundo sistema empleado las cantidades de detergente y desinfectante empleado fueron cuidadosamente calculadas, su aplicación se realizó de una forma sistemática; se utilizó un equipo que permitía la mejor distribución del desinfectante en todas las áreas de playa de matanza y área de deshuese ya que este fue empleado en forma de niebla.

Al comparar ambos sistemas de desinfección el segundo sistema es más efectivo en la reducción de la carga bacteriológica en un 62 %. En ambos sistemas de limpieza y desinfección evaluados es importante considerar que:

Las superficies metálicas eran sometidas a un proceso de secado y aceitado manual luego de la limpieza, dicha manipulación influyó en la cantidad de

bacterias; elevando en algunas ocasiones las cantidades de unidades formadoras de colonias encontradas al momento del muestreo.

Tanto la sierra de canal como la sierra de pecho eran inmediatamente terminado el proceso de matanza sometidas a una limpieza inicial con agua caliente, lo que reducía considerablemente las cantidades de unidades formadoras de colonias; dicho procedimiento era realizado antes de la toma inicial de muestras.

Los pisos en ningún momento eran sometidos a un cepillado profundo por lo que la grasa proveniente de los animales faenados permanecía en la superficie del piso, sirviendo como una capa protectora de las bacterias. Bacterias que eran recogidas al momento de la toma de muestras.. Es importante hacer notar que muchos desinfectante no actúan de forma apropiada ante la presencia de materia orgánica.

Por el poco contacto con productos cárnicos y con las manos de los empleados. En ningún momento se encontraron bacterias coliformes (pre desinfección y post-desinfección) en algunos sitios.

Al comparar los resultados obtenidos luego de la limpieza y desinfección de los sitios evaluados en ambos sistemas de limpieza y desinfección con los parámetros establecidos por el USPHS (*United State Public health Service*) (**ver cuadros 5 y 6**), en cuanto a presencia de bacterias en superficies que entran en contacto con alimento se observo:

Para el primer sistema de limpieza y desinfección

16 % de los sitios evaluados	excelente.
6 % de los sitios evaluados	bueno.
78 % de los sitios evaluados	inaceptable.

Para el segundo sistema de limpieza y desinfección

66 % de los sitios evaluados	excelente.
6 % de los sitios evaluados	bueno.
28 % de los sitios evaluados	inaceptable.

Se observa un diferencia evidente al momento de comparar ambos sistemas, siendo el segundo sistema mas efectivo en la reducción de unidades formadoras de colonias. (**ver cuadros 5 y 6**)

En cuanto al valor económico de los sistemas de limpieza y desinfección, el segundo sistema evaluado resultó más costoso en un 70 % con relación al primero, debido a que es necesario la contratación de un empleado extra y el valor económico del desinfectante es elevado, además de incluir el costo de dos piezas de equipo como lo son la termonebulizadora y la hidrolavadora. (**ver cuadro 7**)



## **VII. CONCLUSIONES**

1. El sistema de limpieza y desinfección que utiliza ácido peracético es más efectivo para la reducción de la carga bacteriológica en un 62 %.
2. La nebulización de desinfectantes resulto muy efectiva para la reducción de carga bacteriana en lugares de difícil acceso.
3. El equipo sometido a manipulación posterior a la limpieza resulta contaminado.
4. El uso de hipoclorito de calcio al 70 % usado para el primer sistema evaluado redujo considerablemente la carga bacteriana.
5. El segundo sistema de limpieza y desinfección es un 70 % más costoso que el primer sistema.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el segundo sistema evaluado de forma continua para la limpieza y desinfección del rastro.
2. Educar al personal de limpieza para que utilicen SSOPS durante el proceso de trabajo.
3. Utilizar detergentes y desinfectantes avalados para la industria alimenticia y sin efectos residuales.
4. Evitar la manipulación de equipo y el ingreso de personal luego de realizado el proceso de limpieza y desinfección.
5. Realizar monitoreos microbiológicos periódicos para evaluar el sistema de limpieza y desinfección utilizado.

## IX. RESUMEN

En el presente estudio realizado en un rastro privado para faenado de bovinos se tomaron muestras de 13 sitios de playa de matanza y 5 sitios del área de deshuese.

Las muestras se tomaron durante tres días consecutivos para cada sistema evaluado; evaluándose dos sistemas de limpieza y desinfección.

Cada muestra fue tomada a través de un hisopado de superficie que fue sembrado en medios de cultivo Petrifilm® siendo estos medios determinación total de bacterias aeróbicas y determinación de *E. coli*/coliformes.

Para el primer sistema de desinfección la eficacia en la reducción de unidades formadoras de colonias (*UFC*) de bacterias totales fue de un 9 % mientras que para la reducción de *UFC* de *E. coli*/ coliformes fue de un 14 %.

En el primer sistema de limpieza y desinfección el desinfectante no fue utilizado de forma rutinaria y cuando era utilizado se calculaba sin medición y su aplicación era poco sistemática.

Para el segundo sistema de desinfección la eficacia fue de un 71 % en cuanto a la reducción de unidades formadoras de colonias (*UFC*) de bacterias totales y de un 99.9 % en la reducción de unidades formadoras de colonias (*UFC*) de *E. coli*/coliformes

En el segundo sistema empleado las cantidades de detergente y desinfectante empleado fueron cuidadosamente calculadas, su aplicación se realizó de una forma sistemática; se utilizó un equipo que permitía la mejor distribución del desinfectante (ácido peracético) en todas las áreas de playa de matanza y área de deshuese ya que este era empleado en forma de niebla.

Es importante mencionar que existieron sitios cuyas cargas bacteriológicas eran mayores luego del proceso de limpieza y desinfección que las concentraciones encontradas antes de iniciar dicho proceso.

En un 44 % de los sitios muestreados tanto en la playa de matanza como en el área de deshuese se presentó un incremento en la carga bacteriológica, en el primer sistema evaluado.

Para el segundo sistema los sitios con un incremento en la carga bacteriológica representaron un 17 % de los sitios muestreados.

En cuanto al valor económico de los sistemas de limpieza y desinfección, el segundo sistema evaluado resultó más caro, debido a que es necesario la contratación de un empleado más y el costo económico del desinfectante es elevado, además de incluir el costo de dos piezas de equipo como lo son la termonebulizadora y la hidrolavadora.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. Cid Morán, RM del. 1994. Verificación del poder germicida de los desinfectantes y antisépticos utilizados en Guatemala que llegan para análisis al laboratorio unificado de control de alimentos y medicamentos (LUCAM). Tesis Lic. Químico Biólogo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 65 p.
2. Flores Polanco, M. 1991. Evaluación del sistema de matanza, hábitos higiénicos e infraestructura del rastro de especies menores para consumo local Santa Catarina Pinula, del municipio de Santa Catarina Pinula del departamento de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 86 p.
3. García Urbina, M. 1992, Auditoria higiénico-sanitaria de los establecimientos procesadores de productos carnicos que abastecen la ciudad de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 76 p.
4. Hobbs, B; Roberts, D. 1993. Higiene y toxicología de los alimentos. Trad. P Ducar. 3 ed. Madrid, ES. Acribia. 478 p.
5. Iáñez, E. 1998. Acción de los agentes químicos sobre las bacterias (en línea). Consultado 6 ene. 2004. Disponible en [http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/19\\_Micro.htm](http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/19_Micro.htm)
6. Katzung, B. 1996. Farmacología basica y clínica. 6 ed. México, DF. Manual Moderno. 1277 p.
7. Libby, J. 1986. Higiene de la carne. Trad. E Ametler. México, DF. CECSA. 659 p.
8. López Cifuentes, B. 1993, Evaluación higiénico-sanitaria del Rastro Municipal de Quetzaltenango. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 69 p.
9. Luque, I. 2003. Sensibilidad in vitro de cepas de Streptococcus suis frente a diferentes desinfectantes y antisépticos (en línea). Facultad de veterinaria de Córdoba. Consultado 6 ene. 2004. Disponible en [www.exopol.com](http://www.exopol.com)
10. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), GT. 2002. Reglamento de rastros para bovinos, porcinos y aves. Guatemala, El Ministerio 8 p.

11. Portillo Lemus, WR. 2002. Evaluación de los procesos de sanitización para áreas de manufactura de productos líquidos orales no penicilínicos de la industria farmacéutica guatemalteca y propuesta de un instructivo que oriente a los laboratorios a elaborar sus propios procedimientos estándar de sanitización. Tesis Lic. Químico Farmacéutico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 78 p.
12. Rodríguez Ferri, EF. 2000. La desinfección como practica útil en la lucha contra las infección animales. (en línea). Consultado 6 ene. 2004. Disponible en [http://ourworld.compuserve.com/homepages/Academia\\_Veterinaria/news25.htm](http://ourworld.compuserve.com/homepages/Academia_Veterinaria/news25.htm)
13. Sumano, HS; Luis Ocampo. 1997. Farmacología veterinaria. 2 ed. México, DF. McGraw-Hill. 680 p.
14. University of Maryland. 2002. Good manufacturing practices (GMPS)- buenas prácticas para la manipulación, embalaje, almacenamiento y transporte de productos frescos. Estados Unidos de América, s. e. 37 p.
15. Wong Pineda, Z. 1995. Determinación de la concentración de hipoclorito de sodio de las soluciones comercializadas en Guatemala y evaluación de las condiciones ideales de almacenamiento. Tesis Lic. Químico Farmacéutico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 47 p.

## **XI. ANEXOS**

**Ficha 1: Ficha para el control de toma de muestras en metodología de campo. Gómez y cols. Guatemala, abril-mayo 2004**

**Sistema Muestreado:**

**Fecha:**

**Muestreo Número:**

**Pre-desinfección**

☐

**Post-desinfección**

☐

<b>No.</b>	<b>Área a muestrear</b>	<b>Sitio o equipo muestreado</b>	<b>Hora de muestreo</b>	<b>Observaciones</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				



**Cuadro 1: Protocolo para la evaluación de los dos sistemas de limpieza y desinfección en metodología de campo. Gómez y cols. Guatemala, abril - mayo 2004**

<b>DIA UNO</b>	<b>DIA DOS</b>	<b>DIA TRES</b>
<b>Toma de muestras (14:00 y 23:30 P. M.)</b>	<b>Siembra de muestras (7:00 A. M.)</b>	<b>Lectura de cultivo (8:00 A. M.)</b>
<b>Limpieza en rastro (15:00 a 22:00 P. M.)</b>		
<b>Las muestras se tomaron en 3 días consecutivos.</b>		

**Ficha 2: Ficha para el control de recuento de colonias en metodología de campo. Gómez y cols. Guatemala, abril- junio 2004**

**Sistema Muestreado:**

**Fecha:**

**Muestreo Número:**

**Pre-desinfección**



**Post-desinfección**



<b>No.</b>	<b>Área a muestrear</b>	<b>Sitio o equipo muestreado</b>	<b>Resultado (ufc/50 cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Observaciones</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

**Cuadro 2: Estándares del número de microorganismos UFC (unidades formadoras de colonias) sobre superficies que entran en contacto con alimentos USPHS (United States Public Health Service). Gómez y cols. Guatemala, abril- mayo 2004**

<b>No. de Unidades formadoras de colonias UFC</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>&lt; 1 UFC/50 cm<sup>2</sup></b>	<b>Excelente</b>
<b>2 – 10 UFC/50 cm<sup>2</sup></b>	<b>Bueno</b>
<b>11 – 100 UFC/50 cm<sup>2</sup></b>	<b>Momento de limpieza</b>
<b>101 - &gt; 1000 UFC/50 cm<sup>2</sup></b>	<b>Inaceptable</b>

## Cuadro 5: Comparación de resultados del primer sistema de limpieza y desinfección Vrs. Clasificación del (USPHS)

(United States Public Health Service)

Gómez y cols. Guatemala, abril- mayo 2004

	LOCALIZACIÓN	EQUIPO O INSTALACIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	
			Determinación de Aeróbicos Totales (UFC)* en (50 Cm <sup>2</sup> )	Resultados según clasificación (USPHS)**
1	MATANZA	Pared área de Desangrado	2	BUENO
2	MATANZA	Piso área de Desangrado	560	INACEPTABLE
3	MATANZA	Piso Playa de Matanza	443	INACEPTABLE
4	MATANZA	Pared Playa de Matanza	0	EXCELENTE
5	MATANZA	Carretilla Metálica	751	INACEPTABLE
6	MATANZA	Sierra de Canal	214	INACEPTABLE
7	MATANZA	Sierra de Pecho	749	INACEPTABLE
8	MATANZA	Lata de Acero (mesa)	374	INACEPTABLE
9	MATANZA	Soporte Metálico Cabezas (mesa)	183	INACEPTABLE
10	MATANZA	Soporte Metálico Hígados	436	INACEPTABLE
11	MATANZA	Piso área de Vísceras Rojas	446	INACEPTABLE
12	MATANZA	Pared área de Vísceras Rojas	0	EXCELENTE
13	MATANZA	Techo área de Visceras Rojas	0	EXCELENTE
14	DESHUESE	Superficie Metálica (mesa)	534	INACEPTABLE
15	DESHUESE	Superficie Plástica (mesa)	180	INACEPTABLE
16	DESHUESE	Piso área de Deshuese	1120	INACEPTABLE
17	DESHUESE	Pared área de Deshuese	1120	INACEPTABLE
18	DESHUESE	Techo área de Deshuese	747	INACEPTABLE

\* Unidades Formadoras de Colonias

\*\* (United States Public Health Service)

**Cuadro 6: Comparación de resultados del segundo sistema de  
limpieza y desinfección Vrs. Clasificación del (USPHS)  
(United States Public Health Service)  
Gómez y cols. Guatemala, junio 2004**

	LOCALIZACIÓN	EQUIPO O INSTALACIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	
			Determinación de Aeróbicos Totales (UFC)* en (50 Cm <sup>2</sup> )	Resultados según clasificación (USPHS)**
1	MATANZA	Pared área de Desangrado	2	BUENO
2	MATANZA	Piso área de Desangrado	0	EXCELENTE
3	MATANZA	Piso Playa de Matanza	927	INACEPTABLE
4	MATANZA	Pared Playa de Matanza	0	EXCELENTE
5	MATANZA	Carretilla Metálica	0	EXCELENTE
6	MATANZA	Sierra de Canal	435	INACEPTABLE
7	MATANZA	Sierra de Pecho	392	INACEPTABLE
8	MATANZA	Lata de Acero (mesa)	0	EXCELENTE
9	MATANZA	Soporte Metálico Cabezas (mesa)	0	EXCELENTE
10	MATANZA	Soporte Metálico Hígados	0	EXCELENTE
11	MATANZA	Piso área de Vísceras Rojas	1120	INACEPTABLE
12	MATANZA	Pared área de Vísceras Rojas	0	EXCELENTE
13	MATANZA	Techo área de Vísceras Rojas	0	EXCELENTE
14	DESHUESE	Superficie Metálica (mesa)	0	EXCELENTE
15	DESHUESE	Superficie Plástica (mesa)	0	EXCELENTE
16	DESHUESE	Piso área de Deshuese	133	INACEPTABLE
17	DESHUESE	Pared área de Deshuese	0	EXCELENTE
18	DESHUESE	Techo área de Deshuese	0	EXCELENTE

\* *Unidades Formadoras de Colonias*

\*\* *(United States Public Health Service)*

**Cuadro 3: Resultados en unidades formadoras de colonias (UFC) de muestreos microbiológicos en el primer sistema de limpieza y desinfección. Gómez y cols. Guatemala, mayo 2004**

	LOCALIZACIÓN	EQUIPO O INSTALACIÓN	DIA UNO				DIA DOS				DIA TRES				PROMEDIO			
			ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN
			Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)
1	MATANZA	Pared área de Desangrado	204	0	2	0	26	0	0	0	106	0	3	0	112	0	2 *	0
2	MATANZA	Piso área de Desangrado	1120	132	1	0	1120	0	560	5	1120	5	1120	224	1120	46	560 *	76
3	MATANZA	Piso Playa de Matanza	1120	38	0	0	1120	124	209	0	1120	328	1120	98	1120	163	443 *	33
4	MATANZA	Pared Playa de Matanza	340	0	0	0	1	0	1	0	9	0	0	0	117	0	0	0
5	MATANZA	Carretilla Metálica	224	0	14	0	1120	0	1120	0	420	9	1120	2	588	3	751	1
6	MATANZA	Sierra de Canal	2	0	1	0	45	0	400	0	18	1	242	0	22	0	214 *	0
7	MATANZA	Sierra de Pecho	0	0	7	0	31	0	1120	13	9	0	1120	5	13	0	749 *	6
8	MATANZA	Lata de Acero (mesa)	234	2	1	0	1120	0	1	0	38	0	1120	0	464	1	374	0
9	MATANZA	Soporte Cabezas (mesa)	200	0	13	0	1120	4	15	0	115	0	520	0	478	1	183	0
10	MATANZA	Soporte Metálico Hígados	54	0	1	0	1120	0	186	0	1120	1	1120	1	765	0	436	0
11	MATANZA	Piso área de Vísceras Rojas	1120	1	0	0	460	3	219	0	1120	54	1120	42	900	19	446	14
12	MATANZA	Pared área de Vísceras Rojas	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	4	0	0	0
13	MATANZA	Techo area de Vísceras Rojas	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
14	DESHUESE	Superficie Metálica (mesa)	1120	26	3	0	223	1	1120	8	93	0	480	2	479	9	534	3
15	DESHUESE	Superficie Plástica (mesa)	1120	2	0	0	151	2	0	0	95	0	540	0	455	1	180	0 *
16	DESHUESE	Piso área de Deshuese	1120	2	1120	133	320	14	1120	57	1120	0	1120	28	853	5	1120	73 *
17	DESHUESE	Pared área de Deshuese	1120	0	1120	0	560	0	1120	0	400	0	1120	12	693	0	1120 *	4
18	DESHUESE	Techo área de Deshuese	157	0	1	0	57	0	1120	0	1120	0	1120	0	445	0	747	0

\*  $P < 0.05$

\*\* Determinación de aeróbicos totales

**Cuadro 4: Resultados en unidades formadoras de colonias (UFC) de muestreos microbiológicos en el segundo sistema de limpieza y desinfección. Gómez y cols. Guatemala, Junio 2004**

	LOCALIZACIÓN	EQUIPO O INSTALACIÓN	DIA UNO				DIA DOS				DIA TRES				PROMEDIO			
			ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA PRE-LIMPIEZA	ETAPA POST-DESINFECCIÓN	ETAPA POST-DESINFECCIÓN
			Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)	Det. Tot.** (UFC)	E. coli y/o colif. (UFC)
1	MATANZA	Pared área de Desangrado	0	0	0	0	1120	0	0	0	1120	0	6	0	747	0	2 *	0
2	MATANZA	Piso área de Desangrado	1120	23	0	0	340	1	0	0	1120	4	0	0	860	9	0 *	0
3	MATANZA	Piso Playa de Matanza	1120	98	1120	0	1120	37	540	0	239	0	1120	0	826	45	927	0
4	MATANZA	Pared Playa de Matanza	52	0	0	0	7	0	0	0	1120	30	0	0	393	10	0	0
5	MATANZA	Carretilla Metalica	1120	190	0	0	1120	3	0	0	360	0	0	0	867	64	0 *	0
6	MATANZA	Sierra de Canal	46	0	0	0	155	1	184	0	1120	1	1120	0	440	1	435	0 *
7	MATANZA	Sierra de Pecho	42	0	56	0	460	0	0	0	320	1	1120	0	274	0	392	0
8	MATANZA	Lata de Acero (mesa)	560	14	0	0	380	1	0	0	1120	56	0	0	687	24	0 *	0
9	MATANZA	Soporte Cabezas (mesa)	304	0	0	0	1120	0	0	0	1120	1120	0	0	848	373	0 *	0
10	MATANZA	Soporte Metálico Hígados	127	0	0	0	74	0	0	0	35	0	0	0	79	0	0 *	0
11	MATANZA	Piso área de Visceras Rojas	1120	112	1120	2	1120	30	1120	0	1120	72	1120	0	1120	71	1120	1 *
12	MATANZA	Pared área de Visceras Rojas	1	0	0	0	134	0	0	0	81	0	0	0	72	0	0 *	0
13	MATANZA	Techo área de Visceras Rojas	3	0	0	0	0	0	0	0	1120	1120	0	0	374	373	0	0
14	DESHUESE	Superficie Metálica (mesa)	1120	87	0	1	440	0	0	0	120	0	0	0	560	29	0 *	0
15	DESHUESE	Superficie Plástica (mesa)	1120	30	0	0	1120	11	0	0	1120	44	0	0	1120	28	0	0 *
16	DESHUESE	Piso área de Deshuese	1120	309	0	0	1120	0	400	0	300	0	0	0	847	103	133 *	0
17	DESHUESE	Pared área de Deshuese	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	0	0	0
18	DESHUESE	Techo área de Deshuese	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 *	0

\*  $P < 0.05$

\*\* Determinación de aeróbicos totales

Cuadro 7: Comparación del costo económico de los dos sistemas de limpieza y desinfección evaluados Gómez y cols. Guatemala, junio 2004

<b>COSTOS PRIMER SISTEMA      <i>(costo semanal)</i></b>	
Hipoclorito de Calcio al 70 %	<b>165.00</b>
Solución jabonosa clorinada	<b>250.00</b>
Jabón en polvo	<b>21.00</b>
<b>TOTAL.....</b>	<b>436.00</b>

<b>COSTO SEGUNDO SISTEMA      <i>(costo semanal)</i></b>	
Solución Detergente	<b>75.00</b>
Solución Desinfectante	<b>825.00</b>
Combustible	<b>75.00</b>
Personal	<b>375.00</b>
Nebulizadora	<b>30.00</b>
Hidrolavadora	<b>10.00</b>
Energía Eléctrica	<b>20.00</b>
<b>TOTAL.....</b>	<b>1410.00</b>



